

MÉMOIRES

SUR LA

RESPIRATION.

Cet ouvrage se trouve

A PARIS, chez
FUCHS, libraire, rue des Mathurins.
CH. POUGENS, imp. libr. Quai-Voltaire.
les frères LEVRAULT, libraires, Quai-Malaquais.
LENORMANT, lib., rue des Prêtres St. Germain l'Auxerrois.

A LONDRES, chez DULAU & Comp., libr. Soho Square.
A LEIPSIK, chez CH. H. RECLAM, libr.

MÉMOIRES
SUR LA
RESPIRATION,
PAR
LAZARE SPALLANZANI,

TRADUITS EN FRANÇAIS,

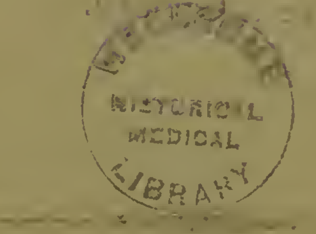
D'après son manuscrit inédit;

Par JEAN SENEBIER, membre de diverses Académies et Sociétés savantes, associé correspondant de l'Institut national et bibliothécaire à Genève.

À GENÈVE,

Chez J. J. PASCHOUD, libraire.

AN XI. (1803).


HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

PRÉFACE.

J'AVAIS promis à mon ami Spallanzani de traduire en français ses *mémoires sur la respiration*, quand ils auraient paru ; cette promesse lui fit un grand plaisir, et je ne pouvais m'en croire dégagé par sa mort ; je chéris toujours ce grand homme, et les promesses de l'amitié ne sauraient être vaines. Quand ce motif puissant m'aurait manqué pour entreprendre ce travail, le désir seul d'avancer les progrès de la physiologie animale, m'aurait fait prendre cette résolution, parce que je connaissais quelques-unes des découvertes importantes que le professeur

de Pavie avait faites sur cette matière.

J'attendais donc que les parens, ou les amis de Spallanzani fissent imprimer la partie de ces mémoires que je savais complètement finie et prête à être publiée par leur auteur, pour la traduire en français; mais les circonstances et la difficulté de faire imprimer un ouvrage en Italie, au moins sans frais pour l'auteur ou l'éditeur, ne me permettant pas de croire que ce beau livre vît sitôt le jour; je m'adressai à Nicolas Spallanzani, frère de mon ami, et je lui communiquai l'idée que j'avais de publier cet ouvrage en français, d'après le manuscrit original; il saisit cette communication avec empressement, parce qu'il avait pu voir par ma correspondance avec son frère, que j'étais instruit des objets renfermés dans cet ouvrage: mais une

foule d'obstacles, qu'il aurait été impossible de prévoir arrêtèrent l'exécution de ce projet, et l'auraient peut-être entièrement anéanti, si M.r Menu-Wiss, membre de notre société pour l'avancement des arts, plein de zèle pour tout ce qui peut favoriser les progrès des arts et des sciences, n'était pas parti pour l'Italie, où ses affaires l'appelaient, et s'il ne s'était pas chargé du soin de m'envoyer ce manuscrit. Je ne doute pas qu'on ne partage avec moi la reconnaissance qui lui est due pour cela.

Les trois mémoires que je publie ne sont que le commencement du grand ouvrage que Spallanzani préparait sur la respiration des animaux, comme il sera facile de s'en apercevoir, en lisant la grande lettre que le professeur de Pavie m'avait adressée, pour me donner une idée du plan

vaste qu'il voulait remplir, et me faire connaître ses principales découvertes. Cette lettre, comme les mémoires qui la suivent, annonce qu'il avait fait la plus grande partie des expériences nécessaires, non-seulement pour établir la vérité des propositions démontrées dans ce livre pour les vers, mais encore pour toutes les autres classes d'animaux; aussi il me semblait à souhaiter, que quelque physicien instruit se chargeât du soin de dépouiller les journaux d'expériences, d'observations et de pensées de ce grand naturaliste, pour satisfaire la curiosité de ceux qui aiment une interprétation fidèle de la nature; je fis part de cette idée à sa famille, en lui insinuant que je ne me refuserai point à ce travail ingrat et difficile, quoique j'eusse besoin de tout mon tems pour terminer divers ouvrages que j'avais

commencés ; mais j'étais trop bien convaincu d'être plus utile aux progrès des sciences, en offrant au public les expériences, les observations et les pensées de Spallanzani plutôt que les miennes, et j'étais trop flatté de jouir du plaisir pur que l'amitié pouvait me procurer, en attachant de nouvelles couronnes à toutes celles qui immortaliseront mon célèbre ami, pour rester indifférent à la publication de ce qu'il avait fait dans le dessein d'éclairer le phénomène de la respiration. J'apprends dans ce moment, qu'on m'envoye ces manuscrits précieux, et j'espère pouvoir les mettre en ordre et les rédiger d'abord après les avoir reçus, pour les publier aussitôt qu'il sera possible.

Les trois mémoires que je publie à présent portent l'empreinte de ce grand observateur de la nature, qui

donne encore ici un excellent cours de logique réduit en exemple. Ces mémoires étonnent par l'étendue des connaissances qu'il y déploie, et l'on croirait que toute la nature est toujours sous ses yeux, pour appliquer ses formules aux recherches particulières qu'il peut faire; mais ils surprennent surtout davantage par l'immensité du travail qu'ils supposent, par l'exactitude rigoureuse d'un si grand nombre d'observations remarquables et inattendues, par les détails intéressans qu'il fait seulement connaître lorsqu'ils sont nécessaires, par la solidité des conséquences immédiates qu'il tire de ses expériences et de ses observations répétées, enfin par son adresse pour interroger la nature, soit en trouvant le point de l'objet d'où jaillira la lumière qui doit l'éclairer, soit en imaginant et en

exécutant des expériences qu'il pouvait peut-être seul faire croire possibles. Je ne le dissimulerai point, il me semble que Spallanzani est aussi original et aussi heureux dans ce nouveau travail qu'il l'avait été dans ceux qui l'ont mis déjà depuis long-tems au rang des premiers naturalistes de l'Europe.

J'ai cru qu'on partagerait avec moi le vif intérêt que Spallanzani doit inspirer à tous ceux qui courent la belle carrière de la philosophie naturelle; aussi j'ai pensé qu'on lirait avec plaisir une courte notice historique sur sa vie et ses écrits; c'est dans ce but que j'ai composé celle qu'on trouvera à la tête de ce livre.

Enfin je dois observer que j'ai négligé de réduire les poids et les mesures que Spallanzani emploie dans ces mémoires, aux poids et aux me-

sures de la République, parce que j'ai ignoré la nature des poids et des mesures dont il s'est servi; j'ai craint dans un ouvrage aussi exact de déterminer ce qui était absolument indéterminé pour moi; mais comme je ne désespère pas de découvrir la nature de ces poids et de ces mesures, je ne négligerai pas de réparer cette omission.

NOTICE HISTORIQUE SUR LA VIE ET LES ÉCRITS DE LAZARE SPALLANZANI. (*a*)

LAZARE SPALLANZANI naquit le 10 Janvier 1729 à Scandiano, dans le département del

(*a*) Cette notice a été en partie imprimée dans le *Magasin Encyclopédique*; depuis lors on a publié plusieurs éloges de Spallanzani, j'en ai connu quatre qui m'ont paru très-bons dans leur genre. Une *Notice sur la vie de Spallanzani*, par le professeur Tourdes dans sa *Traduction des expériences de Spallanzani sur la circulation du sang*. Alibert, secrétaire de la Société d'émulation de médecine, a publié un éloge très-intéressant de ce savant dans le second volume des *Mémoires de la Société d'émulation de médecine*; j'en ai lû un en italien, *Elogio di Lazaro Spal-*

Crostolo, au Nord-Est des Appennins, à sept milles de Reggio, à quatorze de Modène: il était fils de Jean-Nicolas Spallanzani, jurisconsulte estimé, et de Lucia Zigliani; il commença ses études dans sa patrie, et il se borna à l'étude de la Grammaire, dont on ne sent pas assez l'importance pour former l'esprit à saisir les rapports propres à l'illustrer, ou du moins à le rendre heureux.

A l'âge de quinze ans Spallanzani alla à Reggio de Modène; les Jésuites lui enseignèrent les Belles-lettres; les Dominicains qui entendirent parler de ses progrès voulurent se l'attacher, mais sa passion pour acquérir de nouvelles connaissances, le conduisit à Bologne, où sa parente Laura Bassi, cette femme justement célèbre par son génie, son éloquence et son savoir dans la physique et les mathématiques, était un des pro-

---

lanzani da Pompilio Pozzetti, qui m'a paru bien fait, il a été publié à Parme. Enfin, *Oratio ad memoriam honnestandam clarissimi Lazari Spallanzani in Athenæo Ticinensi Professoris.*

fesseurs les plus illustres de l'Institut et de l'Italie. Sous la direction de ce guide éclairé, Spallanzani apprit à préférer l'étude de la nature à celle de ses commentateurs, et à juger le prix du commentaire par ses rapports avec l'original; il sentit d'abord la sagesse de ces conseils et il ne tarda pas à en éprouver les heureux effets. On aime à lui voir peindre sa reconnaissance pour son maître en 1765 dans une dissertation latine, qu'il lui dédia, et raconter les applaudissemens, que Laura Bassi reçut à Modène, lorsqu'étant entrée dans l'auditoire, où son élève, devenu professeur, faisait soutenir des thèses sur les ricochets, elle y opposa avec les grâces d'une femme aimable et la sagesse d'un philosophe profond.

Le goût de Spallanzani pour la philosophie ne fut pourtant pas exclusif; il sentit déjà comme tous les grands hommes, que l'étude de l'antiquité et des Belles-lettres est indispensable pour donner aux idées cette clarté, aux expressions cette justesse, et aux raisonnemens cette liaison, sans lesquelles les plus belles pensées deviennent stériles;

il étudia sa langue avec soin, il se perfectionna dans la connaissance de la langue latine, et il s'attacha surtout au grec et au français. Homère, Démosthène, Saint-Basile furent ses auteurs favoris; je lui ai entendu réciter aussi souvent des tirades d'Homère et de Virgile, que de l'Arioste et du Tasse.

Spallanzani s'appliquait à la jurisprudence, pour céder aux douces insinuations d'un père qui le chérissait; il était même sur le point d'être reçu docteur en droit, lorsque Antoine Vallisnieri son compatriote, professeur d'histoire naturelle à Padoue, le fit renoncer à cette vocation, en lui promettant le consentement de son père, qui fut touché de ce dévouement à sa volonté, et qui le laissa suivre librement son goût; dès ce moment il se livra à l'étude des mathématiques en continuant celles des langues mortes et vivantes.

Spallanzani fut bientôt connu en Italie, et sa patrie se hâta de rendre hommage à ses talens. L'Université de Reggio le choisit en 1754 pour être professeur en logique, en mathématiques et en grec; il y enseigna pen-

dant six ans, et il y consacra à l'observation de la nature, le tems que ses leçons lui laissèrent. Quelques découvertes irritèrent sa passion pour l'histoire naturelle, qui s'augmenta toujours par de nouveaux succès : ses observations sur les animalcules des infusions, fixèrent l'attention de Haller et de Bonnet : celui-ci le dirigea dans la carrière qu'il avoit parcourue avec tant de gloire, et il l'annonça au monde savant comme l'interprête de la nature.

En 1760, Spallanzani fut appelé à l'Université de Modène, quoique son intérêt dut lui faire accepter les offres avantageuses des Universités de Coimbre, de Parme, et de Cesène; cependant son patriotisme et son attachement pour sa famille le fixèrent au service de son pays. Les mêmes considérations l'engagèrent à refuser quelques années après les propositions de l'Académie de Pétersbourg ; il resta à Modène jusqu'en 1768, où il vit s'élever une génération d'hommes célèbres, qui font encore la gloire de l'Italie. On compte parmi eux, Venturi, professeur de physique à Modène, Belloni, évêque de

Carpi, Lucchesini, ambassadeur du roi de Prusse, et le poëte Angelo Mazza de Parme.

En 1761 Spallanzani adressa trois lettres à Algarotti sur la traduction estimée d'Homère, faite en vers italiens par Salvini; il y remarqua quelques négligences du poëte, et sur-tout son défaut d'affaiblir l'énergie de la langue grecque en délayant ses expressions vigoureuses dans un déluge de mots, qui lui font rendre mal et quelquefois faussement l'idée poétique de son auteur : à cette occasion, il rechercha avec adresse l'étymologie de plusieurs mots, pour en faire bien comprendre le sens; il voulut rétablir les textes qui lui avaient paru altérés, et il montra par d'heureux essais que la langue italienne est propre à conserver toutes les beautés d'Homère; il traduisit dans ce but quelques morceaux de ce grand poëte, et en particulier la description de la ceinture de Vénus. Enfin, il intéressa surtout les littérateurs par les rapprochemens qu'il fit de divers endroits de l'Iliade avec les imitations, que Virgile et Horace paraissent en avoir fait; comme on peut le voir dans le quatorzième

volume des Oeuvres d'Algarotti, imprimées à Venise.

Spallanzani eut toujours le goût des voyages, sa passion pour pénétrer les secrets de la nature, lui faisait étendre le théâtre de ses recherches pour multiplier les occasions de découvrir quelque chose de neuf. En 1762 il parcourut les Appennins, et il y eut le plaisir de voir une nouvelle confirmation de l'opinion adoptée sur l'origine des fontaines; en les observant, il les voyoit plus ou moins nombreuses et abondantes, suivant la structure des montagnes, leurs directions, leurs facultés de convertir en eau les vapeurs répandues dans l'air et leurs dispositions pour conserver cette eau et la répandre par des ouvertures latérales, toujours inférieures à la cime des montagnes voisines ou éloignées: on trouve ce sujet traité dans la *Descrizione d'un viaggio montano con osservazioni sull'-origine delle fontane lettere due a Vallinieri figlio*, elle est insérée dans la *Racolta d'opuscoli scientifici. T. XIV.*

Pendant son séjour à Modène Spallanzani publia en 1765 *Saggio di osservazioni micros-*

copiche concernente il systema di Needham e Buffon. Il y établit l'animalité des animalcules microscopiques, par des expériences solides et ingénieuses; il envoya son ouvrage à Bonnet, qui jugea l'auteur par cet opuscule, et qui vit s'accomplir l'augure qu'il avait tiré de Spallanzani : dès ce moment, il se forma entr'eux l'intimité la plus étroite, et elle a duré autant que leur vie, dont elle a fait le bonheur.

Spallanzani fit paraître pendant la même année une dissertation originale *De lapidibus ab aquâ resilientibus ;* il y montre par des expériences contre l'opinion reçue, que les ricochets ne sont point produits par l'élasticité de l'eau, mais qu'ils sont l'effet naturel du changement de direction que la pierre éprouve dans son mouvement, après que l'eau en a été frappée, lorsqu'elle surmonte la courbure de la fossette formée par le choc ; ce rebondissement est par conséquent d'autant plus continué, que l'angle de projection avec l'horizon est plus petit. L'explication de ce phénomène doit paraître plus heureuse parce que les efforts

qu'on a fait pour établir l'élasticité de l'eau, se bornent à faire voir qu'elle doit être très-faible, en les supposant suffisans pour démontrer son existence.

En 1768, Spallanzani prépara les philosophes aux découvertes surprenantes qu'il devoit leur offrir, en publiant son *Prodromo di un opera da imprimersi sopra le riproduzioni animali.* Il y trace le plan d'un ouvrage, dont il s'occupait alors sur ce sujet important, mais ce simple exposé renferme plus de lumières que tous les livres qui avaient paru sur cette matière, parce qu'il enseigne la méthode qu'il faut suivre dans cette recherche ténébreuse, et qu'il y réunit plusieurs faits inattendus ; la préexistence des têtards à la fécondation dans plusieurs espèces de crapauds et de grenouilles, la reproduction de la tête coupée aux limaçons qu'il avait communiquée à Bonnet en 1766, et qui fut contestée un moment malgré la confirmation répétée de ce phénomène par Bonnet, Hérissant, Lavoisier et moi ; il la démontra de nouveau ensuite dans les *Memorie della Societa Italiana.* Enfin, il y

apprend que le ver d'eau douce en bateau se reproduit comme le polype, que les crapauds reprennent leurs pattes et les salamandres leurs pattes, leurs queues et les os de leurs machoires quand on les leur a coupés. A la vérité, Prisciani a fort bien observé que le cerveau n'est pas renfermé dans la partie antérieure du limaçon qu'on coupe et à laquelle on donne le nom de tête, mais la reproduction de cette partie n'est pas moins remarquable ; puisqu'elle s'opère sur les organes de la vue, de la bouche, de la langue et des dents.

Tous ces faits étonnent encore aujourd'hui, quand on y pense, quoiqu'on ait eu le tems de se familiariser avec eux, et l'on ne sait ce que l'on doit admirer le plus, ou l'habileté de Spallanzani pour en donner les preuves décisives, ou son audace indiscrète pour les chercher et les saisir. On regrettera toujours, que le projet du grand ouvrage qu'il avait annoncé ne soit pas exécuté, mais diverses circonstances empêchèrent Spallanzani de céder aux sollicitations de ses amis pour le remplir : je soupçonne-

rai qu'il désespéra de répandre sur toutes les parties de ce travail la lumière dont il crut pouvoir disposer d'abord, et qu'il trouva plus sage de mûrir ses idées par de nouvelles méditations et de nouvelles recherches, que d'autres travaux toujours renaissans ne lui permirent pas de suivre comme il l'auroit voulu. Son esprit sévèrement exact lui imposait toujours l'obligation de montrer la nature parfaitement à découvert, et le voile le plus léger l'offusquait jusqu'à ce qu'il fut parvenu à le lever.

La physiologie de Haller que Spallanzani étudiait fixa ses regards sur la circulation du sang, il en découvrit plusieurs phénomènes remarquables ; il publia en 1768 un petit ouvrage *Dell' azione del cuore ne' vasi sanguigni nuove osservazioni*, et il les réimprima en 1775, avec trois nouvelles dissertations *De' fenomeni della circolazione osservata nel giro universali de' vasi ; de' fenomeni della circolazione languente ; de' moti del sangue independenti dell' azione del cuore et del pulzare delle arterie.* Le professeur Tourdes a donné une bonne tra-

duction française de cet ouvrage ingénieux dans l'an VIII ; Spallanzani y établit la force du cœur sur les artères et la vitesse relative du sang dans les différens vaisseaux ; ensuite par des procédés qui n'avaient pas été encore employés, il est parvenu à force d'adresse, en employant la lumière réfléchie, à suivre la route du sang, depuis le cœur jusques aux extrémités des vaisseaux ; il se servit pour ces observations difficiles des animaux à sang froid et surtout des salamandres, dont la transparence et le sang rouge lui permirent de suivre toutes les ramifications des vaisseaux ; il répéta ensuite ses observations sur les fœtus du poulet dans l'œuf, et il parvint ainsi à voir ce qui avait échappé aux anatomistes les plus célèbres, et en particulier à Haller lui-même : il démontra encore comme ce dernier, que le cœur en se contractant ne chasse pas hors de lui tout le sang qu'il contient, il observa ensuite que ce muscle est le moteur unique du sang, il remarqua les causes retardatrices de la circulation, comme celles des obstacles produits par la pesanteur

du sang, il indiqua les changemens occasionnés dans le mouvement de ce fluide par les plaies ou la rupture des vaisseaux, enfin, il prouva une distension réelle des artères résultant de l'impulsion du sang, qui étant suspendue dans le cœur par ses cavités en heurte latéralement les parois.

L'imagination toujours active de Spallanzani lui offrait sans cesse des sujets importans de recherches, qu'il ne pouvait suivre; il les proposait alors aux savans pour les exécuter; c'est ainsi qu'il leur indiqua des expériences intéressantes sur les mulets, *Invito a intreprendere sperienze, onde avere muletti n'el popolo degli insetti per tentar di sciogliere il gran problema della generazione*, in-8.° *Modena* 1768.

Lorsque l'Impératrice Marie Thérèse eut rétabli l'Université de Pavie sur un plan plus vaste, elle voulut la rendre d'abord célèbre par les grands hommes qu'elle y appela; elle fit inviter Spallanzani par le Comte de Firmian pour y remplir la place de professeur d'histoire naturelle; sa grande réputation lui fit accorder cette distinction

sollicitée par plusieurs hommes d'une grande célébrité ; il la mérita par ses succès et par la foule d'étudians qui accoururent à ses leçons. Il n'y a que les grands hommes qui soient d'excellens maîtres, leurs idées sont les plus nettes, les plus étendues et les mieux liées. Spallanzani réunissait de vastes connaissances à un beau génie, une méthode simple et rigoureuse enchaînait ce qu'il savait, à des principes solidement établis ; son amour vif pour la vérité lui faisait discuter avec soin les théories régnantes, mesurer leur solidité et découvrir leurs côtés faibles ; le grand art qu'il avait acquis d'interprêter la nature par elle-même, répandait sur ses leçons un jour, qui rendait lumineux tout ce qui pouvait s'éclairer, qui pénétrait quelquefois les ténèbres qu'on ne pouvait dissiper, et qui signalait les parties propres à pronostiquer la lumière qu'on cherchait. Il prenait ses auditeurs par la main, il les conduisait jusques au moment où le nœud relâché laissait l'espoir du dénouement, et il leur procurait ainsi le plaisir de la solution. Une éloquence simple et vive animait

ses discours, la pureté et l'élégance de son élocution séduisaient ceux qui l'entendaient; enfin on savait qu'il s'occupait toujours des moyens de rendre ses leçons utiles, qu'il les préparait une année à l'avance, et qu'elles devenaient sans cesse plus piquantes par des observations neuves et par les grandes vues que ses méditations lui présentaient. Les savans qui assistèrent à ses leçons aimaient devenir ses écoliers pour savoir mieux ce qu'ils savaient déjà et pour y apprendre ce qu'ils n'auraient peut-être jamais su autrement.

En arrivant à l'Université de Pavie, Spallanzani prit la *Contemplation de la nature* de Charles Bonnet, pour le texte de ses leçons ; il en remplissait les lacunes, il en développait les idées philosophiques, il en confirmait les théories par ses expériences : il crut avec raison que le livre qui avait inspiré le goût de l'histoire naturelle à tous ses lecteurs, était le plus propre pour le faire naître dans l'esprit de ses disciples ; il le traduisit en italien ; il l'enrichit de notes ; il y ajouta une préface, dans laquelle il fit

remarquer les sujets de l'économie animale et végétale qui méritaient le plus l'attention de ses élèves, en leur indiquant quelquefois les moyens de réussir dans ces recherches. C'est ainsi qu'il se dévoua d'abord aú noble emploi d'instituteur de ses compatriotes, et qu'il est devenu le modèle de ceux qui veulent enseigner utilement. Il publia le premier volume de sa traduction en 1769, et le second en 1770.

Les relations de Spallanzani avec Bonnet influèrent sur son génie et sur ses occupations ; il se plia à la méthode sévère du philosophe de Genève, et il adopta les principes de sa philosophie comme sa manière de procéder dans la recherche de la vérité; il fut surtout frappé des grandes idées de Bonnet sur la génération des êtres organisés, et il chercha dans la nature pendant long-tems les preuves de la préexistence des germes à la fécondation qu'il parvint à démontrer. Spallanzani se faisait une gloire d'être le disciple de Bonnet, il méditait sans cesse les beaux ouvrages publiés par ce grand homme, et il le consultait toujours dans

tout

tout ce qu'il entreprenait. Il publia en 1776 les deux premiers volumes de ses *Opuscoli di fisica animale e' vegetabile* qui sont le développement d'une partie des observations microscopiques qu'il avait déjà mis au jour.

Si l'art d'observer est le plus difficile de tous les arts, il est encore le plus nécessaire; il suppose le plus d'intelligence et de ressources dans l'esprit de l'observateur; aussi quoique chacun croit y être plus ou moins consommé; parce que chacun l'exerce plus ou moins tous les jours; il n'y a pourtant que les grands hommes qui l'aient pratiqué d'une manière distinguée. Le génie seul fixe utilement ses regards sur les objets qui peuvent s'offrir à lui; seul il dirige sûrement les sens sur les obscurités qu'il faut dissiper, seul il les surveille pour prévenir leurs erreurs, et les anime pour suivre à la piste ce qu'ils entrevoient; il écarte les voiles qui cachent ce qu'on cherche, il soutient la patience qui attend le moment de voir au milieu des obstacles qui se multiplient; enfin c'est le génie qui concentre l'attention sur un objet, qui lui

communique cette énergie pour imaginer, cette sagacité pour découvrir, cette exactitude pour apercevoir, sans lesquelles on ne voit qu'une partie de la vérité, quand on ne la laisse pas échapper toute entière. Ce n'est point tout encore, quand on a lû la nature avec précision, il faut l'interpréter avec fidélité, analyser par la pensée les phénomènes anatomisés par les sens, s'occuper de l'espèce, en étudiant l'individu et prévoir les propositions générales, en considérant les faits isolés. Ici la prudence, la circonspection ne garantissent pas toujours de l'erreur, si un amour ardent pour le vrai n'essayait pas dans sa coupelle les observations avec leurs conséquences, et s'il ne réduisait pas en scories tout ce qui n'est pas la vérité.

Tel fut Spallanzani dans toutes ses recherches ; tel on le vit d'abord dans ses Opuscules. Occupé du grand phénomène de la génération, il examina l'opinion de Needham pour démontrer son impossibilité : celui-ci mécontent des observations microscopiques de Spallanzani, qui énervaient la force végé-

tative imaginée, pour mettre la matière en mouvement et l'animaliser, défia le professeur de Reggio, de revoir ce qu'il avait publié; mais il lui prouva sans replique par une suite de nouveaux faits, qu'on revoit pour l'ordinaire toujours ce qu'on a bien observé une fois, et qu'on ne revoit jamais ce que l'on se contente d'imaginer.

Je ne remarque point la logique sévère et la politesse aimable de Spallanzani dans sa réfutation, l'art avec lequel il démontre à Needham la cause de son erreur, en lui faisant voir, que les infusions des substances végétales et animales exposées à une grande chaleur et enfermées dans des vaisseaux hermétiquement scellés ne produisent aucun être mouvant; de sorte que les animalcules observés par Needham dans ses infusions n'étaient pas les produits de ces substances elles-mêmes, mais qu'ils y arrivaient de l'air, où leurs germes étaient renfermés. Dans ce bel ouvrage on apprendra toujours, que les animalcules des infusions ont leurs germes comme les autres animaux, qu'il y en a quelques-uns qui bravent comme quelques

œufs et quelques graines la chaleur de l'eau bouillante. Il traite à cette occasion l'influence du froid, sur les animaux, et il prouve, que l'engourdissement léthargique de quelques-uns pendant l'hiver ne dépend point de l'influence, que le sang peut en recevoir, puisqu'une grenouille privée de son sang, devient léthargique, lorsqu'elle est refroidie dans la glace, et nage ensuite comme auparavant, lorsqu'elle est réchauffée ; il montre de même que les odeurs, diverses liqueurs, le vide agissent sur les animalcules comme sur les autres animaux, qu'ils sont ovipares, vivipares, et hermaphrodites. En parcourant ainsi ces plages écartées de la nature avec cet illustre voyagenr, on rencontre toujours des faits nouveaux, des remarques profondes, des détails interressans, des anecdotes curieuses, en un mot l'histoire universelle de ces êtres, qui sont les plus nombreux de notre globe, quoique leur existence soit à peine soupçonnée, et que leur organisation soit à divers égards très différente de celle des animaux connus ; tandis qu'ils leur ressem-

blent par tous les grands caractères de l'animalité, tels que la nutrition, le besoin d'un air renouvelé et leur reproduction.

Le second volume de cet ouvrage renferme un voyage nouveau dans des terres plus inconnues ; un pinceau sublime les avait déjà dépeintes, mais le tableau n'était pas fait d'après nature ; Spallanzani donne ici une histoire des animalcules spermatiques que leur éloquent historien confond toujours avec les animalcules des infusions. On y admire la défiance modeste de ce sage observateur, luttant presque toujours contre ses sens et l'autorité de Buffon ; il ne semble admettre qu'avec répugnance les résultats de ces observations multipliées et variées de mille manières, qui dévoilent les frêles appuis du système des molécules organiques.

Spallanzani décrit ensuite le *rotifère*, le *tardigrade*, ces colosses du monde microscopique, si singuliers par leur figure et leur organisation, mais plus singuliers encore par leur faculté de reprendre la vie après une suspension totale de tous ses actes

pendant plusieurs années ; c'est surtout ce phénomène qu'il considère, pour en fixer les limites et les conditions, pour en chercher les causes et les lier à d'autres qui lui sont analogues.

Je ne parle point ici des expériences de Spallanzani sur la mort des animaux dans des vases clos, parce qu'il les a reprises, étendues, et éclairées de la lumière de la nouvelle chimie, mais il termine ce recueil par une histoire des *moisissures*, dont il fait voir la graine nageant dans l'air ; enfin il remarque, que ces champignons microscopiques se distinguent des autres plantes par leur tendance à croître dans toutes les directions, sans être soumis à la loi presque universelle de la perpendicularité des tiges au terrain.

Spallanzani fut chargé du cabinet d'histoire naturelle de l'université de Pavie, mais il se trouva presque le dépositaire titulaire d'un trésor, qui n'existait pas, il en jeta les fondemens, et ce cabinet lui dut sa naissance ; ses accroissemens, sa disposition et sa célébrité ; il l'enrichit par

les voyages répétés sur terre, sur mer, en Europe et en Asie, au travers des Appennins, des Alpes, des Krapacks, au fond des mines, sur les débris des volcans, à la bouche des cratères; soutenu par la curiosité au milieu des périls, il conserve le sang-froid du philosopbe pour contempler ces merveilles, et l'œil de l'observateur pour les étudier. C'est ainsi, qu'il distinguait partout les morceaux propres à perfectionner la science en favorisant l'instruction : c'est ainsi, qu'il remplit ce vaste dépôt des richesses, que tout l'or du monde n'aurait pas rassemblé, parce que l'or ne remplace pas le génie et le discernement du naturaliste éclairé.

En 1779 Spallanzani parcourut la Suisse et le pays des Grisons, il vint alors à Genève, où il séjourna un mois avec ses amis, qui admirèrent sa conversation comme ses écrits. Je l'ai vu jouir du plaisir d'interresser Trembley, Bonnet et Desaussure, son âme venait au-devant de celle de ces grands hommes, il se plaisait à leur dérouler le fil de ses grandes pensées, et il

s'animait en réfléchissant sur les grandes vues qu'elles faisaient naître. Il serait utile de rapporter ces conversations amicales pour l'honneur de ceux qui les tinrent, et l'instruction de la postérité, mais il sera toujours important de savoir, que les beaux génies savent savourer les douceurs de l'amitié et trouvent leur délices dans les épanchemens du cœur ; comme dans la découverte des mystères de la nature.

Spallanzani revint à Pavie, et publia en 1780 deux nouveaux volumes de ses *dissertazioni di fisica animale e vegetabile*. Il y révéla les secrets de l'interprétation de la nature sur deux phénomènes très obscurs de l'économie végétale et animale.

Quelques expériences faites par Spallanzani sur la digestion pour ses leçons l'engagèrent à étudier cette opération ténébreuse ; il répéta les expériences de Reaumur sur les oiseaux gallinacés, et il observa que la trituration est dans ce cas une aide de la digestion sans en être le moyen ; il vit que le gésier de ces oiseaux qui pulvérise les noix et les noisettes, comme les lancettes

et les aiguilles, ne digère point la poussière qu'il forme; qu'elle doit subir une nouvelle préparation dans l'estomac pour former la bouillie alimentaire, qui renfermera les élémens du sang et de toutes les humeurs; il établit que la digestion s'opère dans l'estomac d'une foule d'animaux divers à l'exception des insectes par l'action d'un suc qui y dissout les alimens; et pour rendre sa démonstration plus frappante, il eut le courage de faire sur lui-même des expériences qui pouvoient lui devenir funestes, et l'adresse de compléter ses preuves par des digestions artificielles exécutées sur sa table dans des vaisseaux de verre, où il mêlait les alimens avec le suc gastrique des animaux, qu'il savait extraire de leurs estomacs, mais ce livre si original par la multitude des expériences et des observations qu'il renferme, est encore plus digne d'attention par l'esprit philosophique qui l'a dicté.

Ce sujet était un des plus difficiles de la physiologie; l'observateur est forcé de voir et d'agir dans les ténèbres, de ménager les

ressources de l'animal pour éviter le dérangement de ses opérations, et quand il a laborieusement achevé ses expériences, il faut qu'il distingue encore les conséquences quelquefois vicieuses qu'on peut en tirer, de celles de l'observation directe qui ne trompe jamais, quand elles sont immédiates; c'est vraiment un beau spectacle que celui de Spallanzani dans cet ouvrage, analysant les faits avec scrupule pour découvrir leurs causes avec sûreté; rapprochant la nature de ses expériences pour les juger avec justesse; inventant des ressources heureuses pour surmonter les obstacles qui se renouvellent; saisissant ce qu'il y a d'essentiel dans ses observations pour repousser des discussions inutiles, mesurant leur solidité par l'augmentation ou la diminution des causes soupçonnées; trouvant les expériences tranchantes, tirant des conclusions toujours rigoureuses, écartant les hypothèses les plus plausibles, démontrant les erreurs de ses devanciers, et employant l'analogie avec cette sage circonspection qui inspire la confiance pour un instrument si utile et si dan-

gereux. Disons-le, Spallanzani eut un sens particulier pour découvrir la vérité; tandis que la plupart des observateurs ne l'atteignent guères qu'après avoir décrit autour d'elle une longue spirale; il y court en suivant la ligne droite, et il la ravit toute entière sans qu'elle puisse lui échapper.

Cet ouvrage donna de l'humeur à Jean Hunter; j'en ignore la cause, mais il publia en 1786. *Observations on certain points of the animal œconomy*, où il lança des traits amers contre Spallanzani, qui se vengea en publiant cet ouvrage en italien, en adressant à Caldani en 1788. *Una lettera apologetica in risposta alle osservazioni del Signor Giovanni Hunter*; il relève avec modération, mais avec une logique terrassante les mépris affectés du physiologiste Anglois, et il démontre ses erreurs d'une manière, qui ne lui laisse pas l'espoir d'une réponse. Quoi qu'il en soit, les critiques de cet ouvrage sont anéanties, il a fait oublier toutes ces théories inventées pour expliquer le phénomène de la digestion, et Spallanzani a ouvert les seules routes par lesquelles on

peut étendre nos connaissances sur les mystères de la nutrition.

Le second volume des *Opuscoli*, traite de la génération des animaux et des plantes. Spallanzani y prouve par des expériences aussi solides que surprenantes la préexistence des germes à la fécondation; il démontre l'existence des têtards dans les femelles de cinq espèces différentes de grenouilles, de crapauds et de salamandres avant leur fécondation; il a montré leur amnios, leur cordon ombilical avant l'accouplement; il a découvert que la fécondation des têtards s'opère hors du corps de la femelle à mesure qu'elle pond ses têtards qui sont le fœtus même, que le mâle arrose alors de sa liqueur seminale, et qui ne deviennent féconds que par cette circonstance; il raconte les succès des fécondations artificielles opérées, sur ces espèces de têtards et même sur un quadrupède. Enfin il fait voir la graine dans les fleurs avant l'émission de leurs poussières, et par une anatomie subtile dont on ne se fait peut-être aucune idée, il met sous les yeux dans

la fleur du *spartium junceum* la silique, ses graines, leurs lobes et leur plantules; il les suit dans leurs développemens avant et après leur fécondation, et il ne permet pas de douter que la graine et ses enveloppes n'éxistassent long-tems avant l'épanouissement des boutons, et par conséquent long-tems avant qu'elles pussent être fécondées. Il a répété ses observations sur plusieurs espèces de plantes avec les mêmes résultats; enfin il a élevé des individus de plantes à fleurs femelles qui ont porté des graines fécondes, quoiqu'elles fussent rigoureusement à l'abri du soupçon même d'une communication avec les poussières des fleurs mâles. Telle est la suite des phénomènes surprenans que Spallanzani ajoute à l'histoire connue de la nature. Séraphino Volta nia que ces expériences eussent été réellement faites, et il publia son mémoire dans ceux de l'académie de Mantoue; Spallanzani lui répondit d'une manière victorieuse, mais avec une amertume qui aurait diminué la force de ses raisons, si cela eût été possible dans une *Lettera ad un amico di Mantova.* 8.° *Pavia.*

Je laisse un moment reposer la pensée sur ces belles découvertes, pour m'occuper plus particulièrement du grand homme à qui nous les devons.

Spallanzani suivant sa coutume, profita des féries académiques de 1751, pour faire un voyage dont l'augmentation du cabinet de Pavie fut le principal but; il partit au mois de Juillet pour Marseille, où il commença une histoire naturelle de la mer, qui aurait présenté déjà une foule de faits neufs, et curieux sur plusieurs genres des habitans des ondes; il alla de même à Final, à Gênes; il passa de là à Massa et à Carrare, pour observer les carrières de ce marbre fameux chez les statuaires; il revint à la Spezzia, et il rapporta à Pavie une immense collection de poissons, de crustacées de testacées, qu'il déposa dans ce cabinet dont ses voyages l'avaient déjà rendu digne d'être le gardien par les richesses qu'il y avait déposées. Il visita dans les mêmes vues et avec le même succès les côtes de l'Istrie en 1782, les montagnes de l'Appennin en 1783, où il observa les orages terribles et la vapeur

singulière, qui a rendu cette année fameuse dans la météorologie. Le cabinet de Pavie voyait ainsi chaque année ses trésors s'augmenter, et il devenait tous les jours davantage l'objet de l'admiration des voyageurs instruits; mais on s'étonnait encore plus de l'activité et du travail de Spallanzani qui en avait recueilli toutes les parties. On ne croira pas que c'est au milieu de ces monumens du dévouement de ce grand homme, qu'on cherche à présent des sujets pour le flétrir, qu'on aime soupçonner des erreurs dans sa nomenclature, qu'on se plaît à les exagérer : et quand cela serait vrai, il n'y a presque aucune des pièces de ce cabinet, qui ne dise à l'envie pour la désespérer, c'est Spallanzani qui m'a placée ici. L'Empereur Joseph II en jugea bien autrement, lorsqu'il vint dans la Lombardie; il rechercha d'abord la conversation du créateur de ce célèbre cabinet, et il lui témoigna son approbation en lui donnant sa médaille en or.

Les voyages de ce naturaliste, lui fournissaient toujours des découvertes, dont il faisait quelquefois part au public. Tel est le précis

d'une lettre insérée dans le quatrième volume des *Opuscoli scelti* de Milan, où il indique de nouveaux rapports entre le fluide électrique, et celui qui occasionne la secousse de la torpille, il y montre en même tems que l'aimant n'a aucune action sur ce poisson; telles sont encore *Lettere due relative a diverse produzioni marine et diversi oggetti fossili e montani al Signor Carlo Bonnet*, *T. II*; de' *Memorie della società Italiana di Verona*. Il s'occupe dans ces lettres de la cause de la lumière nocturne, qu'on voit sur la mer; il l'attribue à la phosphorescence des animaux qui nagent à sa surface; il recherche l'organe de sa production, la durée de son éclat, il étudie la multiplication de ces animaux etc.; il donne encore la description de plusieurs zoophytes, et une curieuse explication des phénomènes qu'ils présentent, enfin il y fait connaître plusieurs animaux nouveaux dans le genre des tubulaires.

L'université de Padoue offrit, en 1785, à Spallanzani la chaire d'histoire naturelle, que la mort d'Antoine Vallisnieri laissait vacante,

vacante, en lui promettant des honoraires plus considérables que ceux qu'il avait à Pavie; mais l'archiduc doubla sa pension, et lui permit d'accompagner à Constantinople, le chevalier Zuliani, qui venait d'être nommé Baile de la république de Venise. Il partit de cette ville le 21 Août : pendant la route il fit un grand nombre d'observations sur les productions marines qu'il rencontra dans ces parages, comme sur les événemens météorologiques de chaque jour entre lesquels il eut l'avantage d'observer une trombe; il remarqua bien que cette trombe ne soulevait et n'absorbait point les eaux de la mer; mais il vit un courant d'air emprisonné dans un canal formé au travers des vapeurs agitées par des vents opposés, qui se heurtaient avec violence, et qui imprimaient dans leurs chocs au canal et au courant une espèce de tournoyement. Le canal paraît se former par un tourbillon d'air qui entre avec force dans le nuage, et quand il est prêt d'en sortir, il fait gonfler la base du canal; mais lorsqu'il s'échappe par en bas en se précipitant sur la surface de la mer,

il en refoule les eaux qu'il fait remonter autour de lui, comme il balaye le terrain sur lequel il se précipite, quand la trombe se forme sur la terre.

Spallanzani dans ce voyage mouilla vers diverses isles de l'Archipel qu'il parcourut; il descendit à Troie pour visiter les lieux chantés par Homère, et en foulant aux pieds cette terre si anciennement fameuse, il fit des observations géologiques très originales.

On peut juger à l'avance l'intérêt du voyage de Spallanzani à Constantinople par quelques mémoires, qui ont paru dans les *Memorie della società italiana*, *T. III*, sur le choc de la torpille, sur diverses productions marines et sur l'isle de Cithère, où il découvrit une montagne composée de diverses espèces de fossiles entre lesquels, il doit y en avoir plusieurs qui ont appartenu à des hommes. Je sais qu'on a voulu mettre non-seulement ce fait en doute, mais qu'on l'a représenté comme une bévue grossière de ce grand observateur; je me garderai bien d'affirmer le fait et de le nier;

mais pourtant quand je vois un grand anatomiste, un homme qui a fait tant de découvertes étonnantes, à qui l'on n'a jamais reproché une erreur en physique, et qui a montré une si grande circonspection dans toutes ses recherches; j'ai bien de la peine à croire qu'il se soit trompé aussi grossièrement; surtout quand on pense qu'il avait une connaissance approfondie des os des hommes et des animaux; qu'il n'aurait pas risqué une invraisemblance qu'il aurait bien connue sur un objet qui ne pouvait rien ajouter à sa réputation, et qui ne pouvait rien faire à des systèmes géologiques, dont il ne s'occupait guère. Enfin quand on sait qu'il a distingué des phalanges de doigts des fragmens de radius et d'un tibia, et qu'il dit, qu'un médecin de l'île l'avait assuré avoir vu parmi ces os une portion de la machoire inférieure et du crâne d'un homme; il me semble que je dois alors suspendre encore mon jugement et attendre de nouvelles observations.

Spallanzani arriva à Constantinople le 11 Octobre, il y séjourna onze mois; il aurait

été bien déplacé dans cette patrie de l'ignorance et de la superstition, s'il n'avait pas eu la nature pour l'étudier et Zuliani pour l'entendre. Les phénomènes physiques et moraux de ce pays fixèrent ses regards ; il parcourut les bords des deux mers ; il gravit les collines voisines ; il visita l'île de Chalki, où il fit connaître aux Turcs une mine de cuivre, dont ils ne soupçonnaient pas l'existence ; il alla dans l'île de Principi éloignée de quelques milles de Constantinople, où il trouva une mine de fer complètement ignorée. Il revint en Europe chargé des dépouilles de l'Orient, formées par les êtres des trois règnes de la nature particuliers à ces régions, après avoir été utile à ces orientaux, incapables d'apprécier son mérite, ou plutôt d'imaginer qu'il pût en avoir. Il partit le 16 Août 1786.

Un voyage par mer était à tous égards le plus sûr et le plus commode, mais Spallanzani comptait pour rien les dangers et les désagrémens des grands chemins, quand il espérait quelque instruction nouvelle ; il affronta courageusement tous les

périls de ces régions désertes, sans police et sans sûreté. Arrivé à Bucharest, il y fut retenu pendant neuf jours par le célèbre et malheurenx Mauroceni hospodar de Vallachie; ce prince, ami des sciences, le reçut avec distinction, il lui fit présent de plusieurs raretés de son pays, il lui fournit des chevaux et lui donna une escorte de trente soldats dans toute l'étendue de sa domination. Spallanzani passa par Hermandstatt en Transylvanie, et arriva à Vienne le 7 Septembre, après avoir visité les mines nombreuses de la Transylvanie, de la Hongrie et de l'Allemagne, qui étaient dans le voisinage de sa route.

Spallanzani resta cinq jours dans la capitale de l'Autriche; il y eut deux audiences très longues de l'Empereur Joseph II, il y fut accueilli par les grands seigneurs, et visité par les gens de lettres. Enfin il arrive à Pavie : les étudians vinrent au-devant de lui hors des portes de la ville, et l'accompagnèrent chez lui en foule, en manifestant leur joie de son retour par leurs applaudissemens répétés; ils le suivirent

à l'auditoire le jour, où ses leçons devaient recommencer, et il y fut entouré par un grand nombre de personnes de tout ordre, qui lui témoignèrent le plaisir qu'ils avaient de profiter de ses enseignemens, pressés par le besoin qu'ils avaient de l'entendre, ils le forcèrent de monter dans la chaire, où il avait coutume de les enseigner. Spallanzani attendri par ce spectacle leur peignit avec éloquence sa reconnaissance et son attachement; les voeux, les cris, les battemens de main se firent entendre, il fut obligé d'en solliciter la fin, les étudians le ramenèrent chez lui, et il en eut pendant cette année plus de cinq cents.

Spallanzani avait acquis assez de gloire pour mériter les fureurs de l'envie, mais ses découvertes étaient trop neuves, trop originales, trop solides pour lui être disputées, l'envie fut forcée de les admirer; accablée par ce supplice, fatiguée par la réputation toujours croissante de ce grand homme, elle épiait le moment de lui prouver qu'elle ne l'avait pas oublié; elle attaqua sa droiture dans l'administration du

cabinet de Pavie, qu'il avait formé, mais les coups lancés contre son intégrité, lui fournirent l'occasion de la prouver devant les tribunaux. Je m'arrête. Spallanzani eut la force d'oublier cet événement qui déchira son cœur. La plupart de ses ennemis reconnurent leur erreur, abjurèrent leur haine et ne désespérèrent pas de regagner son amitié.

Il publia quelques lettres dans divers journaux, une sur un animal prétendu, qu'on devait avoir vu marcher, et qui n'était que la trachée artère d'un oiseau. *Lettera al Signore Scopoli in Zoopoli* 1788. Quelques lettres dans les journaux de Brugnatelli entre Thouvenel et lui sur la baguette divinatoire, et sur Pennet ; il sembla croire un moment ces phénomènes prétendus, mais il les renvoya pourtant après dans le pays des chimères.

Le cabinet de Pavie fut toujours l'objet chéri des pensées de Spallanzani ; au milieu des raretés nombreuses qu'il y avait déposées, il ne voyait que celles qui y manquaient. Frappé de son dénuement de

matières volcaniques, qui y étaient sans suite, sans intérêt et muettes pour l'instruction; quoique l'Italie fut le théatre, où les feux des volcans déployaient depuis tant de siècles leur désolante énergie, il prend la résolution que ses talens, son courage et son zèle lui inspirent, il veut instruire ses disciples, sa nation, lui-même sur ces phénomènes imposans et si peu connus, il veut rassembler les documens de leur histoire, dans ces lieux où ils sont toujours la terreur de ceux qui les entourent, et où ils avaient été presque inutilement le sujet des observations du philosophe, il se prépare à cette grande entreprise par une grande étude de tout ce qu'on avait vu et pensé sur ce vaste sujet.

Il part pour Naples dans l'été de 1788, à peine est-il arrivé, qu'une grande éruption du Vésuve se prépare, et semble l'inviter à en observer les phénomènes; il monte sur cette montagne encore frémissante, il étudie son cratère, il examine ses laves encore coulantes, il essaye d'en déterminer la chaleur; il examine celles de la sol-

fatara, la mofète della Grotta del cane; le lac d'Agnano, Misene, les îles d'Ischia et Procida, il s'embarque pour les îles de Lipari, il disséque ces volcans habités avec l'exactitude du naturaliste, qui anatomise un papillon, et l'intrépidité d'un militaire, qui affronte de sang froid les dangers les plus éminens. Ce fut alors, qu'il eut l'audace comme Guillaume Deluc de se promener sur cette croute sulfureuse crevassée, frémissante, brûlante et fumante, qui recouvre le foyer ardent du volcan de Vulcano. Il passe en Sicile, où il escalade l'Etna et cotoie son cratère immense. Il n'a point encore épuisé sa curiosité, il voudrait rassembler autour de lui tous les phénomènes singuliers que la Sicile renferme, il y étudie les pierres de ses montagnes, il il y découvre de nouveaux animaux marins, il s'approche de Scilla et de Charybde, il traverse dans nn bateau les flots écumans de ces deux écueils, si célèbres par tant de naufrages et si bien chantés par les plus grands poëtes; mais au milieu de leurs vagues menaçantes, il aperçoit la cause

de leur furie. C'est ainsi, qu'à l'âge de soixante ans, il recueillit cette foule d'anecdotes précieuses, qui remplissent ses *Voyages dans les deux Siciles*, et qu'il compare les descriptions qu'Homere, Pindare, Virgile, Diodore de Sicile et Strabon avaient faites de ces lieux toujours fameux, avec ce qu'il voyait lui-même

On trouve dans les voyages de Spallanzani une volcanologie nouvelle; il y apprend à mesurer l'intensité du feu des volcans, à entrevoir ses causes, à toucher presque dans l'analyse qu'il fait des laves, ce gaz particulier, qui, semblable à un levier puissant, arrache aux entrailles de la terre et soulève jusques à la cime de l'Etna, ces torrens de pierres en fusion qu'elle dégorge; il s'attache à reconnaître la nature des pierres ponces qu'il a démontrées depuis dans des pierres ponces artificielles. Je m'arrête, car je voudrois parler encore des feux de Barigazzo et de divers autres endroits, dont quelques-uns brûlaient incognito, mais dont il fait voir la cause dans le gaz hydrogène carboné qui

s'enflamme. N'oublions pas de remarquer qu'il sut rendre ces feux utiles à la fabrication de la chaux, et qu'on les emploie toujours avec fruit à cet usage. Il fut bien étonné, quand je lui appris quelques années après la publication de son ouvrage, que Koempfer, dans ses *Amœnitates exoticæ* décrit des feux semblables, qu'il avait vus à Baku en Perse, et qu'on les y employait aux mêmes usages. Spallanzani termine ce bel ouvrage par des recherches intéressantes sur les hirondelles, dont il fait connaître les mœurs aimables, la rapidité du vol, le parti qu'on pourrait tirer de ces oiseaux pour des postes aériennes, leurs migrations déterminées par la température de l'air et la naissance des insectes que la chaleur favorise. Enfin il discute le fameux problème de leur engourdissement pendant l'hiver, et il prouve que des froids artificiels beaucoup plus grands que ceux de nos climats ne rendent pas ces oiseaux léthargiques. Il fait connaître une chouette mal décrite. Enfin il s'occupe des anguilles et de leur génération, qui est toujours un

problème à résoudre ; mais il le poursuit par ses recherches jusques à ce pas qui reste à faire pour en avoir une solution complète. On le franchira facilement par un petit nombre d'observations dans des tems et des lieux déterminés, que les occupations académiques de Spallanzani le forcèrent d'abandonner à d'autres.

Spallanzani suivit avec intérêt les progrès de la nouvelle chimie, et il ne tarda pas à l'adopter ; elle était faite par un esprit aussi bon que le sien, qui aimait à se rendre compte des faits qu'il observait. La solidité des principes de cette doctrine nouvelle, la précision de ses procédés, l'élégance de ses explications, la généralité de ses conséquences remplacèrent bientôt dans son esprit, les hésitations et les ténèbres de l'ancienne chimie et son cœur devançait avec plaisir les triomphes qu'elle allait obtenir. Je me rappelle que, lorsque Gottling eut publié ses expériences sur la combustion du phosphore dans l'azote, j'écrivis à Spallanzani leurs résultats et mes doutes sur leur vérité; il fut d'abord surpris, mais

comme on attaquait ses idées favorites, il voulut mettre à l'épreuve la trempe des traits lancés contr'elles, et il donna dans l'an V son *Chemico esame degli esperimenti del Signor Gottling proffessore à Jena*, qu'il me dédia, où il détruit les conclusions de ce chimiste en anéantissant les faits qui les avaient fournies. Il établit pour cela, que la vivacité de la lumière du phosphore est proportionnelle à la quantité du gaz oxygène mêlé avec l'azote; que le transvasement et l'agitation ne renouvellent pas toujours la lumière du phosphore; qu'après le renouvellement de la lumière du phosphore il ne se rallume plus dans la même atmosphère où il a cessé de brûler, malgré l'agitation et le changement des récipiens; que l'agitation du récipient peut mettre le phosphore en contact avec quelques atomes de gaz oxygène qu'il n'avait pas d'abord pu toucher; qu'en introduisant alors du gaz oxygène dans le récipient le phosphore recommence à brûler; que la combustion du phosphore dégage le calorique du gaz oxygène, et forme avec

celui-ci un nouvel acide ; que les gaz azoté et hydrogène disposent le gaz oxygène à favoriser la combustion du phosphore dans des températures, où elle ne se ferait pas sans contribuer autrement à sa production ; que le soleil ne dégage le gaz oxygène du phosphore, que lorsque l'expérience se fait dans l'eau, et que l'eau en se décomposant fournit le gaz oxygène ; que les bois pourris et luisans donnent les mêmes résultats que le phosphore.

En 1791 Spallanzani publia une lettre adressée au professeur Fortis sur l'hydroscope Pennet ; il y raconte encore les expériences qu'il avait dirigées, pour estimer la confiance qu'on pouvait accorder au talent singulier, que cet homme prétendait avoir ; mais il avoue ingénument, qu'il est fort indécis sur la réalité du phénomène.

Spallanzani a souvent découvert des faits qu'on aurait cru avant lui impossibles ; l'an II de la République il fit une découverte de ce genre, qu'il publia dans ses *Lettere sopra il sospetto d'un nuovo senso nei Pipistrelli.* On y apprend, que les

chauve-souris aveuglées agissent à tous égards avec la même précision que celles qui ont leurs yeux, qu'elles évitent les plus minces obstacles dans leur vol, et qu'elles savent se fixer alors, quand elles veulent se reposer; Ces expériences extraordinaires, confirmées par plusieurs physiciens, lui firent soupçonner un nouveau sens dans ces oiseaux, parce qu'il crut avoir démontré par la voie de l'exclusion, que les autres sens ne pouvaient remplacer la vue dont il les avait privés; mais je sais, que les détails anatomiques que le professeur Jurine lui donna sur l'organe de l'ouïe de ces oiseaux, le firent ensuite pencher vers l'idée, que l'ouïe pourrait dans ce cas suppléer la vue, comme dans tous ceux, où les chauve-souris volent dans l'obscurité.

Spallanzani termina sa carrière littéraire pour le public par une *Lettera sulla pioggia de' sassi avenuta in Toscana nel* 16 *Giugno del* 1794, où après quelques hésitations il conclut que ces pierres avaient été lancées de la surface de la terre par un tourbillon, ou une violente éruption

souterraine, et il appuie son opinion sur divers faits qu'il cite. Enfin il adressa une lettre au célèbre chimiste, le professeur Giobert *Sopra le piante chiuse ne' vasi dentro l'aqua e l'aria, esposte à l'immediata lume solare e a l'ombra* : il est fâcheux pour cette partie de la science, que sa mort la prive des découvertes qu'il allait y faire; je dois pourtant dire qu'après m'avoir communiqué toutes ses expériences, je les étudiai à mon tour, et je lui fis remarquer la cause des anomalies qu'il avait observées relativement aux expériences que j'avais faites sur le même sujet, qu'il en fut frappé; mais comme je n'eus fini mon travail sur ce sujet qu'au commencement de l'autonne, il ne put répéter d'abord mes expériences, parce qu'il mourut l'hiver suivant, j'ai raconté tout cela en détail dans ma *Physiologie végétale* T. III.

Tous ces ouvrages imprimés et justement applaudis ne présentent point encore la suite des travaux de Spallanzani. Il s'occupait depuis long-tems des phénomènes de la respiration, de leurs ressemblances et de leurs

leurs différences dans diverses espèces d'animaux, il avait même déjà rédigé et fait les mémoires que je donne ici au public sur ce sujet, et les autres auraient suivi incessamment; parce que la plupart des observations les plus capitales étaient finies; je n'en parle point dans ce moment, parce que lui-même a fait une analyse de cet immense travail dans une lettre qu'il m'adresse et qui devait précéder la publication des mémoires qui la suivent. Il a laissé une collection nombreuse d'expériences et d'observations nouvelles sur les reproductions animales, sur les éponges et sur mille phénomènes intéressans qu'il savait tirer de l'obscurité. Il avait presque fini son voyage à Constantinople et en Suisse, et il avait des matériaux nombreux pour une nouvelle histoire de la mer. Cet homme universel ne voyait, n'entendait rien inutilement, et sa pensée aussi rapide que ses sensations étaient vives, et aussi juste que ses perceptions étaient fidèles, pénétrait d'abord tout ce qui pouvait la produire.

Quelle idée se formera-t-on à présent de

ce naturaliste philosophe. Il y a des hommes pour qui le jugement unanime de leurs contemporains devient celui de la postérité, et pour qui les fureurs de l'envie sont un nouveau titre de gloire; comme la rouille, elle semble préférer les sujets éclatans, mais comme la rouille ne saurait altérer l'or, l'envie perd son poison quand elle s'attache aux grands hommes; l'empreinte du génie gravée sur leurs pensées est un sceau pour l'immortalité qui défie la malice et qui brave le tems.

Si l'on juge Spallanzani par le nombre de ses ouvrages et leur variété, on le trouve immense. Un érudit peut empiler volumes sur volumes sans avoir eu une pensée originale; mais un naturaliste qui a peint la nature d'après elle-même, qui a découvert ses secrets, a marché au milieu des ténèbres que son génie seul éclairait; forcé de chercher sa route, de l'orienter, de la déblayer, il est seul créateur de tout ce qu'il découvre, malgré les efforts de ses sens, de l'autorité, de la nature conspirant souvent ensemble pour l'égarer, et il serait toujours errant

autour de la vérité, si son âme n'était pas exercée par l'étude, excitée par l'imagination et soutenue par le jugement.

Si l'on juge Spallanzani par les objets qui l'ont occupé, ce sont les plus importans et les plus difficiles, la génération des animaux et des plantes, la circulation du sang, la digestion, la respiration, les reproductions animales, les animalcules spermatiques, ceux des infusions, la minéralogie, les volcans, la combustion, la description de plusieurs animaux inconnus, d'une foule de crustacées, de testacées, la solution de plusieurs problèmes physiques et chimiques qui n'en avaient point encore. On peut pendant quelques années faire l'histoire d'un objet particulier sans avoir des talens extraordinaires; mais traiter tant de sujets obscurs d'une manière originale, arracher tant de voiles, découvrir tant de vérités; c'est annoncer une rare énergie et avoir des ressources qui ne sont pas communes. Les grands hommes ne font des ouvrages si nombreux et si beaux, que parce que toutes leurs heures sont marquées par de grandes idées, que

toutes leurs pensées sont des jets de lumière qui éclairent de toutes parts leurs objets, et que tous leurs regards en pénètrent toutes les parties.

Si l'on juge Spallanzani par sa méthode, c'est constamment la plus ingénieuse, la plus facile et la plus sévère : il ne laisse jamais aucun doute, parce qu'il ne peut en supporter aucun, et il montre toujours dans la nature la solidité de ses explications; ses découvertes ont déjà bravé la sagacité des observateurs et la perspicacité de l'envie. C'est dans l'ensemble de ses travaux qu'on aperçoit ses vastes conceptions; ils sont toujours le développement heureux d'une grande idée, qui se rattache d'elle-même aux grands principes de l'histoire naturelle, et comme il prend soin de faire remarquer ce lien, on croirait qu'il possède le plan de l'Univers, dont il détache quelques parties pour les mettre sous les yeux du vulgaire.

Enfin si l'on juge Spallanzani par le style, qui est encore un trait caractéristique du génie quand il est pur, clair, coloré et mélodieux; les compatriotes de ce naturaliste

placent ses ouvrages à côté de ceux qui sont les mieux écrits; mais je m'arrête, j'ai voulu reconnaître le mérite de cet homme rare en racontant ce qu'il a fait et en rappelant ici le jugement de tous ceux qui le lisent, ou qui ont pu le connaître. Tel est au moins celui de Haller (*a*) de Trembley, de Bonnet; il a été répété par les professeurs de Pavie, par tous les hommes célèbres de l'Italie et de l'Europe avec lesquels il était en correspondance. La France, l'Allemagne, l'Angleterre se sont empressées de s'approprier ses ouvrages par des traductions. Il fut admis dans les Académies et Sociétés savantes de Londres, Stockholm, Upsal, Gottingue, Hollande, Lyon, Bologne, Milan, Sienne, Turin, Padoue, Mantoue, Genève, Berlin, dans la Société italienne. Il fut correspondant des Académies des sciences de Paris et de Montpellier. Il reçut du Grand Fréderic lui-même le diplôme de membre de l'Académie

(*a*) Haller lui dédia le 4e. volume de sa grande physiologie. *Lazaro Spallanzani : summo naturæ in mininis indagatori, ob ejus in veri finibus extendendis merita D. Hallerus.*

de Berlin, et il fut en correspondance directe avec lui. Le C. Salicetti, commissaire du Directoire de la République auprès de l'armée d'Italie lui offrit une chaire d'histoire naturelle à Paris, qu'il refusa à cause de son âge avancé. Enfin le collége de médecine de Madrid le reçut dans son corps.

La taille de Spallanzani était plutôt grande que petite, sa démarche était noble et fière, sa physionomie sombre et pensive. Il avait un grand front, des yeux vifs et noirs, un teint brun, un tempérament robuste, il ne ressentit pendant toute sa vie qu'un accès de fièvre très-forte qu'il prit en sortant des mines de Shemnitz pendant un froid très-vif: l'an III de la République, il fut attaqué d'une légère rétention d'urine et de quelques accès de goutte qui ne suspendirent jamais ses études (*a*).

(*a*) Je voulais faire graver le seul portrait qu'on a eu de Spallanzani; Charles Bonnet le fit faire pour lui, par Juel, célèbre peintre Danois, et il le donna, par son testament, à la Bibliothèque publique de Genève qui ne l'a jamais reçu, parce qu'il s'est égaré, de manière qu'il a été impossible de le retrouver.

Spallanzani travaillait habituellement tous les jours en suivant un ordre méthodique, qu'il s'était imposé : il préférait alors les lieux solitaires : mais il aimait la chasse et la pêche, où il était fort adroit : il jouait bien au ballon et aux échecs, sa conversation était remplie d'expressions énergiques, d'idées originales et d'applications heureuses.

Une mémoire forte et riche lui faisait embrasser d'abord tout ce qu'on savait sur les sujets qu'il pouvait traiter ; un jugement sûr en éloignait la confusion : son ardeur pour acquérir des connaissances égalait sa patience pour les approfondir ; ses idées grandes et hardies dominaient les matières qui l'occupaient, mais il était circonspect jusques à la timidité, pour former son opinion ; il saisissait sur-le-champ l'ensemble d'une question ; il en distinguait d'abord toutes les parties et tous les rapports ; il signalait à l'instant celle qui devait lier les autres : passionné pour la vérité, il la cherchait toujours et la disait sans cesse. Il semble que la nature inspire à ceux qui la connaissent son caractère de naïveté et de grandeur qui est

toujours le trait le plus frappant de la perfection morale.

Spallanzani fut généralement estimé, ses vertus sans austérité se déployèrent dans toutes les circonstances ; il sut faire des sacrifices à l'amitié; il se rendit surtout aimable à sa famille : c'est pourtant là que l'homme est le plus en déshabillé, et où les défauts posent leur masque qui les couvre dans le monde. Il fut aussi chéri de ses parens dont il fit les délices, il ne les quittait qu'à regret et revenait toujours auprès d'eux avec empressement ; il leur avait inspiré ses goûts ; son frère Nicolas, docteur en droit, l'aidait dans ses expériences, et il les suivait quand le professeur retournait à Pavie. Sa sœur Marianne fut un naturaliste distingué, elle connaissait parfaitement le cabinet d'histoire naturelle de son frère, elle appréciait les détails les plus recherchés des morceaux les plus importans, et elle en tirait toutes les inductions qu'ils pouvaient lui offrir, son âme était modelée sur celle de ce grand homme qu'elle se plaisait à étudier et à imiter. Spallanzani dirigea avec soin

l'éducation de ses neveux, et il a eu le plaisir de voir l'aîné professeur honoraire de médecine à Padoue.

Le 15 Pluviôse de l'an VII, ou le 3 Février 1799, Spallanzani eut quelques ressentimens d'une ischurie dont il avait eu quelques accès, la nuit fut inquiète, et le matin il perdit la connaissance qu'il ne reprit que dans des intervalles très-courts. Ses amis intimes, le professeur Tourdes, médecin français, et le célèbre Scarpa firent pour le sauver tout ce qu'on peut attendre du génie, du savoir et de l'amitié, mais il mourut quelques jours après. Il sentit sa fin s'approcher, et il voulut encore avec fermeté édifier par sa piété et par sa foi ceux qui l'entouraient. Cette mort funeste pénétra de la plus vive douleur toute sa famille, fit couler les larmes de ses amis, remplit ses disciples d'une affliction profonde, et excita les regrets d'une nation fière de lui avoir donné le jour. Son collègue Grégorio Fontana fit à Milan dans le Conseil des jeunes gens une motion éloquente, afin qu'on érigeât à Lazare Spallanzani un monument à côté de ceux de

Frisi, de Beccaria et de Verri, qui avaient illustré la République Cisalpine par leur génie et leur savoir : son frère Nicolas Spallanzani lui en a fait élever un dans l'église de Scandiano sa patrie.

LETTRE
DE SPALLANZANI
AU CITOYEN SENEBIER,

Relative à la respiration.

Vous savez déjà depuis long-tems, que la respiration des animaux et celle de l'homme font le principal sujet de mes occupations physiques. Je vous ai communiqué les motifs qui m'ont engagé à traiter cette matière, et le plan que j'avais formé

(*a*) L'auteur, quelque tems avant sa mort, avait résolu de faire imprimer séparément ou dans les mémoires de la société italienne de Véronne, les mémoires qui composent ce volume, et il les avait alors entièrement achevés; mais il voulait encore les faire précéder par cette lettre qu'il m'adressa, et qu'il allait publier lorsqu'il mourut. J'ai cru devoir la joindre à ces mémoires, parce qu'elle est un exposé du vaste plan qu'il se proposait de remplir, et qu'il avait déjà rempli en très grande partie, comme on s'en apercevra en lisant cet ouvrage.

d'abord de soumettre à l'examen les diverses classes des animaux, en commençant par celles où finit l'animalité, et en remontant par degrés jusques à celle qui embrasse les mammifères. Avant que mon travail qui est déjà assez avancé soit fini, j'ai voulu vous en faire connaître quelques parties; mais ce n'est pas tant pour satisfaire le désir que vous m'en avez témoigné, que pour savoir le jugement que vous en porterez; je profiterai de cette lettre, pour vous communiquer en particulier un phénomène dont l'énoncé seul vous causera peut-être quelque surprise.

Comme je veux parler avec vous de la respiration, il est bien clair que je dois faire paraître sur la scène les animaux vivans qui respirent; cependant je suivrai ici une route opposée, et je m'occuperai d'abord des animaux morts, ou qui ont été privés de la respiration; je veux les voir complètement séparés de cette fonction vitale.

Ce n'est pas que les animaux respirans n'aient été le premier but de mes recher-

ches ; mais à mesure que j'observais les changemens chimiques produits par eux dans l'air, pendant leur vie, je cherchai encore ceux qu'ils éprouvaient après leur mort.

Il n'est pas douteux que ce ne soit un moyen efficace pour avancer les sciences physiques, que celui de s'ouvrir une route nouvelle, ou de continuer celle qui a été parcourue par d'autres physiciens, en partant du point où ils se sont arrêtés. La petite habitude que je me flatte d'avoir acquis dans les matières expérimentales m'a démontré, qu'au lieu de prendre un chemin droit, comme a fait le plus grand nombre, il est souvent plus avantageux de suivre un chemin de traverse, et où non-seulement personne n'a encore passé, mais même où personne n'a imaginé de passer. C'est celui que j'ai choisi dans ces recherches.

Lisez, je vous prie, à présent les résultats que j'ai obtenus ; en les racontant, je ne vous donnerai pas les noms spécifiques des êtres qui ont été les objets de mes expériences ; je me borne ici aux seules

généralités adoptées par les méthodes ; mais pour l'exactitude qu'on doit mettre dans les expériences, je me réserve de donner de chaque chose dans mon livre la notice la plus sévère.

Je vous dirai seulement, que je me suis servi de l'eudiomètre du célèbre chimiste Giobert, pour connaître les altérations chimiques de l'air ; je l'ai trouvé le plus commode, et en même tems le mieux approprié à mes recherches chimico-physiologiques ; mais je viens à mon but.

Je renfermai dans une mesure donnée d'air commun différentes espèces de vers ; c'est par cette classe d'animaux que j'ai commencé mes recherches ; j'appris ainsi que ceux qui avaient des organes pour la respiration, comme ceux qui en étaient privés absorbaient tout l'oxygène de l'air commun, au moins autant que le phosphore de Kunckel en absorbe. Je m'aperçus que dans ces derniers animaux l'organe de la peau remplaçait les poumons ; cette nouveauté m'en fit chercher une autre ; je voulus savoir, si cet organe cesse d'absorber l'oxy-

gène, quand les vers cessent de vivre, ou s'il conserve alors cette propriété : pour résoudre ce problème, quand ces animaux étaient morts, je les confinais dans des vaisseaux clos, en les plaçant dans les mêmes circonstances où ils étaient pendant leur vie ; mais l'oxygène fut de même entièrement absorbé.

Cependant, quoique ces animaux commençassent à donner des signes manifestes de putréfaction, ou de fermentation putride, par l'odeur dégoûtante qu'ils exhalaient, par le changement de leurs couleurs et le ramollissement de leurs parties, je les remis dans un air clos ; la fermentation alla toujours en croissant, et la force absorbante ne se ralentissait pas ; ayant ainsi enfermé plusieurs fois ces substances dans des vaisseaux clos, je connus par les analyses de l'air renfermé, que la destruction du gaz oxygène était opérée complètement et constamment par ces matières putréfiées, depuis le commencement de leur putréfaction, jusques à ce qu'elles fussent arrivées au dernier terme de putréfaction qu'elles

pouvaient atteindre, c'est-à-dire, jusques à ce qu'elle fût finie ; ou jusques à ce que ces vers fussent réduits à une décomposition presque complète.

On sait combien la chaleur et l'eau agissant ensemble ont de pouvoir pour macérer les chairs ; on peut s'en apercevoir aisément par l'ébullition. Je tentai cet autre moyen pour aprendre, si cette épreuve leur enleverait ou diminuerait leur faculté d'absorber l'oxygène ; mais cette faculté se conserva avec toute son énergie ; quoiqu'une longue ébullition eût réduit les vers dans cet état, où leurs parties restaient à peine ensemble. Je mis en expérience, en suivant ces deux procédés, diverses espèces de ces animaux, qui composent l'ordre des testacées terrestres et aquatiques, et le résultat fut toujours le même.

La singularité de ces phénomènes me fit sérieusement penser, qu'il pourrait y avoir quelque équivoque dans cette absorption d'oxygène, et il me parut que j'en prévoyais la possibilité.

Dans chacune de ces analyses, non-seulement

lement la proportion naturelle du gaz oxygène avec la gaz azote était changée ; mais il y avait toujours une certaine quantité de gaz acide carbonique. Je me dis alors, ce gaz ne pourrait-il pas être le résultat de l'oxygène combiné avec le carbone de l'animal ? Mais alors il était évident que les animaux ne s'approprieraient point la base du gaz oxygène qu'ils diminuaient. Mon raisonnement prit de la force par une observation qui m'apprit, que si au lieu d'enfermer les animaux dans l'air commun, je les enfermai dans le gaz oxygène pur, la quantité de ce gaz détruit était plus considérable, comme celle du gaz acide carbonique produit.

Cette observation ne me parut pourtant pas décisive, parce qu'il aurait pu arriver que la plus grande quantité du gaz acide carbonique, provînt d'une plus grande affluence d'acide carbonique ; extrait des animaux par une quantité d'oxygène plus grande, qui pouvait exciter dans la fibre animale un mouvement plus grand; puisqu'il est démontré que cette substance a une force très stimulante.

Il est vrai que l'accroissement du gaz acide carbonique produit par les animaux placés dans le gaz oxygène pur, n'est pas constant; puisque plusieurs fois ils ont consumé $\frac{50}{100}$ de ce gaz, tandis qu'on ne remarque que 5 ou 6 centièmes de gaz acide carbonique dans cette atmosphère. De même en faisant l'expérience avec l'air commun, on peut voir que lorsque son oxygène est entièrement détruit; il n'est pas rare de découvrir seulement dans ce résidu deux ou trois centièmes de gaz acide carbonique.

Pour me débarrasser de ces contrariétés apparentes, et éclairer ces ténèbres, j'eus recours à un expédient qui devait être décisif : c'était de placer les animaux morts dans un milieu entièrement privé de gaz oxygène; parce que, ou il ne s'engendrerait point de gaz acide carbonique dans ce gaz; ce qui m'aurait fourni une preuve sans réplique, que la production de ce gaz dépendait de l'oxygène atmosphérique; ou ce qui est la même chose, qu'elle était l'effet de la combinaison de ce principe avec le carbone qui s'exhale de l'animal; ou bien

j'aurai eu ce gaz acide carbonique à peu près, comme lorsque les animaux sont renfermés dans l'air commun, et alors il était démontré qu'il ne dépendait pas de l'oxygène de l'air, et par conséquent, qu'il s'exhalait immédiatement du corps de ces animaux sous une forme aeriforme, ou dans l'état d'acide carbonique, combiné avec le calorique et devenu gazeux.

Je confinai donc diverses espèces de vers fraîchement tués, dans le gaz azote pur, tiré de la partie fibreuse, bien lavée du sang frais par le moyen de l'acide nitrique, suivant le procédé du célèbre chimiste Berthollet; mais dans ces expériences, il se manifesta du gaz acide carbonique; je confirmai cette expérience par une autre, en enfermant les animaux dans le gaz hydrogène pur, et plus d'une fois j'eus alors une quantité de gaz acide carbonique, produite dans ces gaz méphitiques, plus grande que lorsque ces animaux étaient confinés dans l'air commun. J'étais donc forcé de conclure, que le gaz acide carbonique produit dans ces deux cas, n'est nullement dé-

pendant de l'oxygène atmosphérique, et par conséquent, que le gaz oxygène détruit par la présence de ces animaux morts a sa base absorbée par ces animaux eux-mêmes.

J'avais remarqué que plusieurs animaux de cette classe pouvaient vivre plusieurs heures dans ces gaz méphitiques ; je profitai de cette observation, pour enfermer quelques-uns d'eux pourvus d'organes propres à la respiration, dans les gaz hydrogène et azote ; pendant le même tems, j'enfermai d'autres individus de la même espèce dans l'air commun ; le résultat fut, que dans les deux cas j'obtins à peu près la même quantité de gaz acide carbonique. Il se faisait donc aussi dans ces animaux une absorption de l'oxygène, et l'apparition du gaz acide carbonique était un produit, ou du gaz acide carbonique, ou de l'acide carbonique dont la base s'échappait hors de ces animaux.

Mais vous me demanderez peut-être, si les vers seuls continuent après leur mort, ou dans leur décomposition d'absorber l'oxygène atmosphérique ? Je vous répondrai,

que cette question me parut si importante, que je cherchai à la vérifier dans les autres classes d'animaux supérieures à celle des vers. Je soumis les insectes aux mêmes expériences, ceux qui conservent toujours la même forme, comme ceux qui passent par les trois états de larves, de chrysalides et d'êtres volans; je fis mes expériences dans toutes ces circonstances; mais après avoir fait mourir ces insectes, et avoir poursuivi leur décomposition actuelle jusques à sa fin. J'obtins toujours une absorption complète de l'oxygène, lorsque je laissai pendant quelque tems les matières putréfiées des animaux enfermées dans l'air commun; seulement l'absorption occasionnée par les insectes morts fut beaucoup plus lente, que celle qui était produite par les insectes vivans, qui l'opèrent alors avec une singulière rapidité.

Vous serez étonné, quand je vous dirai, qu'une larve du poids de quelques grains s'approprie presque autant d'oxygène dans le même tems, qu'un amphibie mille fois plus volumineux qu'elle, et que cette absorption

considérable, se répète sûrement d'une manière énorme dans le nombre prodigieux de voies aériennes disséminées sur tout le corps de ces êtres vivans.

J'étendis ces expériences aux poissons morts d'eau douce et de mer et renfermés dans l'air commun; leur grosseur me permit de faire encore ces expériences sur leur parties internes séparées, sur les intestins, l'estomac, le foie, le cœur, les ovaires; mais toutes ces parties absorbèrent complètement l'oxygène de l'air comme les insectes et les vers.

Un point capital de mes recherches était de découvrir la proportion de l'oxygène atmosphérique absorbé par les animaux morts, et par les vivans. L'eau est l'habitation naturelle des poissons, mais celle qui croupit dans un vase est bientôt gâtée, et elle devient fatale à ces animaux, quoiqu'elle soit recouverte d'air commun. Aussi les poissons emprisonnés de cette manière souffrent dans ce séjour, qui leur est désagréable; ils viennent alors respirer à fleur d'eau, et ils périssent en un tems très court. J'en

ai vu plusieurs dans quelques espèces mourir plutôt dans cette eau, que lorsqu'ils étaient exposés à sec dans l'air libre.

En opérant de cette manière, on peut tirer des instructions utiles sur les changemens chimiques de l'air qui recouvre l'eau. J'aurai pourtant été tout-à-fait inexact, si je m'étais abandonné à cette seule méthode : aussi je lui en joignis une meilleure, en plaçant les vases où je tenais ces poissons dans un canal d'eau courante, où l'eau des vases peut se renouveler continuellement. De cette manière je parvins à obtenir avec plus de précision les proportions indiquées.

Les amphibies après leur mort me firent remarquer les mêmes phénomènes, que ceux qui m'avaient été indiqués par les vers, les insectes et les poissons; mais les amphibies vivans me fournirent d'autres connaissances. J'avais vu, que quelques-uns d'entr'eux survivaient pendant quelques jours à la destruction de leurs poumons, ce qui me fournit l'occasion de les soumettre dans cet état à mes expériences, et de remar-

quer l'absorption précise de l'oxygène faite par les poumons, et par l'organe de la peau. Je pus faire aussi la comparaison entre l'oxygène absorbé par ces animaux mutilés et par ceux qui n'avaient pas souffert cette mutilation.

Eh bien ! vous lirez dans mon ouvrage ; combien est petite l'absorption de l'oxygène par les poumons, en la comparant avec celle qui est produite par la peau, quoiqu'on ait généralement cru, que dans cette classe d'animaux, comme dans les deux autres qui sont plus élevées, la destruction du gaz oxygène atmosphérique doive se rapporter entièrement à cet organe : aussi quelques espèces d'amphibies que je privai de leurs poumons vécurent beaucoup plus longtems à l'air libre, que ceux qui avaient leurs poumons, lorsque je les emprisonnai dans un gaz méphitique, où ils étaient totalement privés de gaz oxygène. Je découvris encore, que quelques-uns meurent aussi beaucoup plutôt, lorsqu'on vernit légèrement leur peau avec un vernis à l'esprit-de-vin. La cause de cette différence saute

aux yeux, par le moyen de ce vernis; ces animaux alors non-seulement n'absorbent plus d'oxygène, mais encore ils ne peuvent plus se débarrasser de l'acide carbonique qui devrait s'exhaler, et son expulsion est tout-à-fait nécessaire à leur vie, tandis que dans les gaz méphitiques, où je plaçai ces animaux, j'ai toujours trouvé l'acide carbonique dans son état gazeux.

J'ai pourtant pu fixer l'absorption précise de l'oxygène faite par l'organe cutané, sans arracher aux amphibies leurs poumons, je confinai leur corps dans des récipiens de manière qu'ils y fussent sans communication avec l'air extérieur, pendant qu'ils avaient leurs têtes dehors à l'air, où ils respiraient sans gêne. J'ai connu ainsi clairement, que l'absorption faite par ces animaux morts n'est qu'une continuation de celle qu'ils faisaient pendant leur vie.

Jusques ici, je n'ai parlé que des quatre classes d'animaux à sang froid, il me reste encore à vous dire quelque chose des oiseaux et des mammifères; ceux-ci, ayant plus de rapports avec l'homme, doivent intéresser

davantage notre curiosité. Les oiseaux ont aussi absorbé l'oxygène, dans mes expériences faites sur eux, soit lorsqu'ils étaient vivans, soit après leur mort, soit enfin sur leurs parties, comme le cerveau, leurs muscles, leurs parties intérieures, et enfin leur peau. Je les enfermai en vie comme les amphibies dans des vaisseaux, de manière qu'ils respirassent à l'air libre, en dehors de ces vaisseaux, ce qui me fournit le moyen de connaître la proportion de l'absorption faite par l'organe cutané.

Les mammifères qui sont dans l'ordre des quadrupèdes me fournirent des connaissances semblables à celles que j'avais eues par le moyen des oiseaux; mais j'en obtins d'autres très précieuses avec cette singulière espèce de quadrupèdes, que le froid rend léthargiques, ou comme on le dit, qui dorment pendant l'hiver.

J'avais observé, que les phénomènes de la respiration changent dans ces animaux, suivant les différens degrés de la température de l'atmosphère, et qu'on remarque des phénomènes analogues dans la circula-

tion, par la grande affinité qu'il y a entre ces deux fonctions. J'ai voulu les examiner à fond, aussi pour rendre ces observations plus faciles, plus suivies, et plus nombreuses, j'ai nourri dans ma maison, pendant plusieurs années les cinq espèces de ces animaux qu'on trouve en Italie. En faisant ces recherches sur la respiration de ces animaux, j'avais encore un autre but en vue, celui d'étudier les habitudes de ces classes d'animaux, et tout ce qui pouvait intéresser leur histoire, parce que cela est trop peu connu, ou parce que cela n'est pas suffisamment éclairci. Ayant ainsi auprès de moi cette grande foule d'animaux, et ayant vécu avec eux pendant les diverses saisons de l'année, et les ayant vus dans leurs retraites naturelles, j'ai pu remplir tous mes plans, comme je le souhaitais.

L'événement devant être curieux, vous vous ressouviendrez de ma marmotte qui fut si fortement léthargique dans l'hiver sévère de 1795; je la tins alors pendant quatre heures dans le gaz acide carbonique, le thermomètre marquant -.12°, elle

continua de vivre dans ce gaz qui est le plus mortel de tous, comme je vous le disais : au moins un rat et un oiseau que j'y plaçai avec elle y périrent à l'instant même. Il paraît donc que sa respiration fut suspendue pendant tout ce tems-là. Je soumis à la même expérience des chauve-souris semblablement léthargiques, et le résultat fut le même.

J'eus alors l'idée de suivre ces expériences. Je préférai ces quadrupèdes volans à la marmotte, craignant que cet animal ne succombât à toutes ces épreuves et ne pérît, parce que je n'en avais que deux sur lesquelles j'avais d'autres expériences à faire, tandis que je possédais un grand nombre de chauve-souris.

Je voulus donc voir, si lorsque la respiration était suspendue dans ces animaux, il y avait quelque production d'acide carbonique opérée par l'organe de la peau. Je substituai donc le gaz azote au gaz acide carbonique, afin que le résultat fût sans équivoque. Je plaçai dans ce gaz deux chauve-souris, le thermomètre était à - 9°, je

les retirai au bout de deux heures ; je les fis passer graduellement dans un milieu plus chaud, et elles y donnèrent des preuves évidentes de vie, mais je ne trouvai point de gaz acide carbonique dans le gaz azote, ce qui me fit conclure que cette température était trop basse pour l'exhalation de ce gaz. Je continuai ces expériences à des températures successivement plus élevées au degré - 5 $\frac{1}{2}$ il y eut $\frac{5}{100}$ de gaz acide carbonique produites, quoique la léthargie de ces animaux fut toujours forte.

Dans cet état de choses, je répétai l'expérience dans les mêmes circonstances, je transportai seulement les chauve-souris dans un autre vaisseau plein d'air commun, mais alors je trouvai non-seulement la production de 5 $\frac{1}{2}$ centièmes de gaz acide carbonique, mais encore la destruction de $\frac{6}{100}$ de gaz oxygène. Quoique ces deux petits quadrupèdes fussent dans un air respirable, leur profonde léthargie les empêchait d'en profiter ; elles ne respiraient absolument point; on ne voyait point cette espèce de gonflement et d'affaissement dans leurs flancs, que

le jeu du poumon y occasionne dans la respiration; il en était de même à l'air ouvert. Il est donc évident que cette consommation partielle de gaz oxygène était une conséquence de l'absorption de cette substance faite par l'organe cutané.

Il résulte de là, que cette force chimique d'absorber l'oxygène de l'atmosphère appartient à ces animaux à sang chaud, quand ils sont morts, et que c'est la même force qu'ils déploient, lorsqu'ils sont vivans, qui se prolonge encore en eux dans la décomposition de leur corps.

Au reste, cette suspension totale de respiration éprouvée par ces animaux, lorsqu'ils sont exposés à un froid violent leur devient insupportable, et cause leur mort, comme je l'ai vu dans mes expériences; de sorte que cette léthargie dans laquelle ils tombent, lorsqu'ils sont dans leurs terriers, ce qui arrive à quelques petits quadrupèdes et en général aux amphibies, est pour l'ordinaire toujours accompagnée d'un faible principe de respiration; comme je le démontrerai enson lieu dans mon ouvrage.

Plusieurs vers, et parmi eux la plus grande partie des testacées, beaucoup d'insectes, entre lesquels les auteurs systématiques placent les crustacées; outre cela, le peuple immense des poissons ont leur séjour dans l'eau, et cessent quelquefois d'y vivre. La faculté qu'ils ont de s'approprier l'oxygène, lorsqu'ils y restaient exposés à l'air se soutiendra-t-elle dans ce fluide, parce qu'il y est mêlé avec une petite quantité de gaz oxygène ? Je penchai à le croire ; mais pour m'en assurer, je fis des expériences directes.

Dans ce but, j'obligeai diverses espèces de ces animaux morts, à rester séparément plongés dans l'eau des tubes, sur laquelle j'avais fait monter une mesure donnée d'air commun. Le gaz oxygène de l'eau communiquait avec celui de l'air, il me paraissait donc clair que si le premier était absorbé, le second, ou du moins une partie de l'air extérieur à l'eau du tube devait remplacer cette espèce de vide qui y serait produit, et rétablir l'équilibre perdu : c'est ce qui arriva, et je dirai que chaque fois que j'en fis

l'expérience sur plusieurs individus de ces trois classes, quoique ces expériences fussent très nombreuses, chaque fois aussi l'air qui recouvrait l'eau était dépouillé de son gaz oxygène.

Je ne puis me résoudre à passer sous silence une autre observation que j'ai faite; si à la place de ces animaux aquatiques, je plaçai sous l'eau à une hauteur donnée des animaux terrestres, ou leurs parties, j'obtenais la même destruction du gaz ogygène de l'air superposé. Ce qui prouve que la propriété que ces animaux ont d'absorber l'oxygène dans l'air, ils la conservent dans l'eau, quoiqu'ils ne soient point destinés à y vivre et quoiqu'elle leur soit fatale.

Jusques à présent, j'ai parlé de l'organe de la peau, et j'ai fait voir dans les six classes des animaux, qu'il a le pouvoir de s'approprier l'oxygène de l'air commun, non-seulement quand ces animaux sont en vie, mais encore après leur mort. Je voudrais vous arrêter un moment sur cette puissance accordée par la nature aux autres parties qui, quoiqu'essenteilles à leur économie, se présentent

tent pourtant à l'air, comme si elles ne lui étaient qu'accessoires ; je veux parler des coquilles des testacées terrestres et aquatiques; elles entrent, comme vous le savez, dans la famille des vers.

Quand je me fus aperçus que ces animaux morts décomposaient l'air commun en absorbant son oxygène, j'imaginai, que les coquilles pouvaient concourir à cette opération ; parce que je réfléchis qu'elles étaient organisées suivant la démonstration d'Hérissant, et qu'elles formaient un tout avec l'animal qui y habitait. Il était facile de le vérifier, en enfermant les coquilles seules dans l'air commun, et l'effet me montra la solidité de ma conjecture. Cette faculté absorbante se manifesta également dans les testacées qui habitent la terre, et dans ceux qui séjournent dans les eaux. J'ai pu estimer les proportions de l'oxygène absorbé par les animaux seuls et par leurs coquilles; seulement j'ai remarqué que l'absorption faite par les coquilles est plus lente que celle qui est faite par les animaux qu'elles recouvrent.

En m'occupant de ces expériences, l'analogie me suggéra l'idée d'un corps qui était à la vérité d'un genre différent, mais qui méritait l'attention. Les coquilles des testacées sont formées par deux substances, l'une terroso-calcaire, l'autre animale. Les coquilles des œufs des oiseaux sont aussi formées de ces deux substances. Ne serait-il pas possible, ou plutôt probable, me disais-je à moi-même, que cette faculté absorbante résidât seulement dans ces enveloppes? Je le trouvai effectivement dans les coquilles de tous les œufs sur lesquelles je fis des expériences. Et comme j'ai la preuve qu'une partie de cet oxygène absorbé par les coquilles des testacées passe dans les animaux qui les habitent; il est probable qu'il concourt à la conservation de leur vie : je crois en avoir des preuves assez fortes, pour montrer le passage du gaz oxygène dans l'intérieur de l'œuf, afin de vivifier et de concourir au développement du germe qui y est renfermé.

Je ne puis quitter ces considérations sur les coquilles des testacées et des œufs, sans

éclairer un point inséparable de leur nature. Leurs principes constituans sont, comme nous l'avons vu, un tissu organique et une terre tout-à-fait calcaire. L'absorption de l'oxygène atmosphérique est-elle pourtant produite par ces deux substances, ou par une seule qui donne l'exclusion à l'autre ? Je pensai d'abord que pour avoir la solution de ce problème, il convenait de les mettre toutes les deux à l'épreuve, et je commençai par la matière calcaire, qui était la plus facile à employer dans ce but : elle avait tous les rapports essentiels avec le carbonate de chaux ; ce qui m'offrait un moyen très commode de connaître si celui-ci avait cette puissance absorbante ; dans ce cas, il était décidé qu'il fallait conclure la même chose pour le carbonate calcaire des coquilles, et si ce carbonate de chaux n'avait pas cette faculté, il était clair que l'absorption de l'air faite par les coquilles ne tirait pas son origine de la partie calcaire, mais de la partie animale, et c'est précisément ce que je conclus ; parce que le carbonate calcaire le plus pur, le spath calcaire cristallisé et

transparent tenu long-tems plongé dans l'air commun n'y cause pas la moindre altération.

J'en eus une confirmation lumineuse par quelques coquilles du limaçon *pomatia*, ou l'escargot et le *nemoralis*, ou la livrée, que je trouvai par hasard dans un jardin, et qui me parurent privées depuis long-tems de leurs habitans ; ce que je jugeai par leur usure, et par les altérations qu'elles avaient souffertes ; elles étaient devenues plus légères, elles se brisaient, ou se pulvérisaient entre les doigts. La matière calcaire se retrouva par le moyen des acides, et le feu ne me laissa aucun doute sur sa nature. Je vis cependant qu'elles avaient beaucoup perdu de leur faculté d'absorber l'oxygène, et que cette perte était la plus grande dans les coquilles qui avaient été les plus désorganisées. Il faut donc reconnaître que l'organisation des coquilles des testacées, dont je donne la description dans cet ouvrage, est la cause de cette absorption indépendamment de la matière calcaire, ou du moins que sans cette organisation les coquilles ne peuvent produire cet effet. De même, si

ces coquilles sont conservées de manière qu'elles ne se décomposent pas sensiblement, quoiqu'elles aient même encore quelques années, je ne puis dire sans étonnement, qu'elles conservent encore malgré cet espace de tems, leur faculté prompte et active d'absorber l'oxygène.

Telles sont, mon savant ami, les choses principales dont je voulais vous donner une idée dans un trait de plume. Quoique la respiration pulmonaire de cette foule d'espèces d'animaux ait été le principal objet de mes études expérimentales, depuis plusieurs années, cependant je n'ai voulu dans cette lettre vous en donner qu'un aperçu rapide ; je me suis seulement proposé le but de vous montrer comment les animaux en vie consomment continuellement le gaz oxygène d'une manière indépendante du poumon, et comment ils le détruisent de même après leur mort. Vous l'avez vu dans les animaux à sang froid comme dans les vers, les insectes, les poissons, les amphibies, et dans les animaux à sang chaud, je veux parler des oiseaux et des mammifères. Cette des-

truction dans une mesure donnée d'air commun est complète, au moins autant que le phosphore de Kunckel peut la faire remarquer.

En parlant des mammifères, j'ai fait à dessein plusieurs expériences sur quelques-unes des parties de leur corps, comme les muscles, les tendons, les os, le cerveau, la graisse, le sang, la bile. Chacune de ces parties détruit le gaz oxygène en diverses proportions, à l'exception de la bile, qui paraît incapable de cette opération; mais le sang n'est pas de toutes les parties animales, celle qui est la plus propre à la destruction du gaz oxygène, quoique d'abord j'eusse cru qu'elle l'emportait sur les autres; en la jugeant d'après ce qu'on a écrit sur le sang, relativement à la décomposition de l'air. Le sang des animaux chauds et froids, le sang veineux comme le sang artériel, ont été mis à l'épreuve, et je n'ai point eu de variation dans les résultats.

Quelques lignes après le commencement de cette lettre, je vous ai exposé mes doutes sur la consommation du gaz oxygène, oc-

casionnée par des vers enfermés dans l'air commun. Est-elle produite par l'absorption de sa base ou plutôt par sa combinaison avec le carbone qui s'exhale de ces animaux ? Je trouvai l'acide carbonique dans les vases qui renfermaient ces animaux ; il faut bien que ce gaz acide carbonique ait sa source, puisque les vaisseaux en sont pleins ; mais ce doute a été levé en montrant l'apparition de ce gaz, quoique les vers fussent confinés dans les gaz azote et hydrogène. Je vous dirai encore que j'ai observé la même chose dans les cinq autres classes d'animaux ; de sorte que je me trouve autorisé à assurer aussi par le fait dans l'expérience du gaz oxygène que ce gaz abandonne aussi sa base à l'organe cutané des animaux qui l'absorbe, comme les diverses parties de leur corps.

Mais vous me demanderez peut-être encore, si le gaz azote atmosphérique souffre quelques altérations chimiques dans une si grande multiplicité d'expériences. Je vous répondrai donc, que je n'en ai fait aucune, sans considérer ce gaz, et sans avoir trouvé

que suivant les variétés des animaux, tantôt il restait intact, tantôt il souffrait quelque diminution, mais qu'elle était toujours très petite, en comparaison de celle du gaz oxygène, quoique ce dernier soit à peine un quart du premier dans l'air commun.

Je voyais donc, que cette force absorbante animale est sur-tout dirigée pour enlever et s'approprier l'oxygène ; elle a des rapports directs avec la température de l'atmosphère ; de sorte qu'on peut presque établir, comme une règle très générale, que l'absorption de l'oxygène est directement, comme la chaleur de l'air ambiant où les animaux séjournent, et en cela elle s'accorde très bien avec les observations faites sur le phosphore.

Pour terminer ces résultats, que je vous ai fait connaître d'une manière si nue, parce que je me réserve de les accompagner de leurs preuves dans mon ouvrage, vous voyez par vous-même l'immense consommation du gaz oxygène faite par les animaux aux dépens de l'air commun ; elle est sans doute grande par les poumons ou par les organes,

qui leur sont analogues; mais elle augmente encore d'une manière démesurée par l'absorption que la surface extérieure du corps occasionne ; elle est la même pour les animaux fournis d'organes propres à la respiration, et pour ceux qui en sont privés. Il y a plus, lorsque les animaux respirans cessent de vivre, la destruction du gaz oxygène qui n'a plus lieu par la respiration, continue par l'organe de la peau, et s'accroît même pour quelques animaux, lorsque la putréfaction est avancée. Voulant pourtant considérer le nombre incalculable des animaux, qui peuplent chaque point du globe, soit ceux qui habitent sur la terre, soit ceux qui sont dans les eaux; il paraîtrait que le gaz oxygène, qui forme la partie la plus précieuse de l'air, aurait dû diminuer, et amener la mort du règne organisé. Cependant les observations eudiométriques apprennent que la masse du gaz oxygène atmosphérique reste inaltérablement la même. Il faut donc nécessairement conclure, que la nature a des moyens pour compenser exactement cette destruction in-

finie du gaz oxygène, de la même manière qu'elle opère pour entretenir une balance exacte entre la mort des végétaux, celle des animaux et leurs reproductions.

Mais comment la nature fait-elle cette compensation ? Vous, et Ingenhous, vous l'avez démontré par la publication de deux ouvrages qui signalent leurs auteurs par leur originalité, et qui font une époque lumineuse dans la philosophie naturelle. Chacun voit que je fais ici allusion à ce que vous avez fait tous les deux, pour montrer comment les végétaux exposés à la lumière solaire versent dans l'atmosphère une prodigieuse abondance de gaz oxygène. Certainement elle paraît propre à réparer les pertes, que les organes pulmonaires peuvent occasionner dans le gaz oxygène. Mais après avoir trouvé ces pertes encore plus grandes, puisqu'il faut y ajouter celles que produisent la surface extérieure des animaux vivans, ces animaux eux-mêmes après leur mort; je ne saurais dire, si ces pertes peuvent être compensées en totalité par les plantes; d'autant plus que le nom-

bre des animaux est beaucoup plus grand que celui des plantes ; que cette immense consommation d'oxygène est faite par les animaux, pendant toute leur vie et pendant quelque tems après leur mort ; que les plantes ne répandent ces influences bienfaisantes dans l'atmosphère, que dans certaines saisons déterminées, ou seulement lorsqu'elles sont vertes. Aussi ces réflexions m'engagèrent presque à penser qu'il fallait recourir à quelque autre source constante de ce gaz vital. Je pensai donc, que comme rien ne se perd dans la nature, les animaux pouvaient eux-mêmes avoir ce moyen de endre à l'atmosphère ce gaz oxygène qu'ils lui avaient ôté.

Mais ce n'est pas le moment d'entrer dans le champ des conjectures, qui tombent sur un sujet si important ; je le discuterai dans mon ouvrage sur la respiration de l'homme et des animaux. Quant à présent, j'ai le plaisir de vous dire, que j'ai fini la composition de quatre mémoires qui formeront avec d'autres la première partie

de mes recherches, et je les rendrai publiques dans peu de tems (*a*).

Mais je ne puis y penser, sans être pénétré de la plus vive reconnaissance pour vous, qui voulez bien encore traduire en français cette nouvelle production, et lui donner ainsi une nouvelle existence, qui lui manquerait pour ceux qui ignorent la langue italienne. Vous avez rendu ce service à mes autres ouvrages, vous les avez ornés en même tems par des introductious importantes, et très propres à éclaircir les sujets que je traite comme à en faciliter l'intelligence ; mais je m'arrête, etc.

(*a*) Je n'ai encore reçu en manuscrit que les trois memoires suivans.

MÉMOIRES
SUR
LA RESPIRATION.

INTRODUCTION.

Le mécanisme de la respiration est sans doute une des fonctions animales, qui frappe le plus par son importance, et par ce qu'elle offre de merveilleux : il ne faut donc pas s'étonner, si elle a toujours été le sujet des méditations et des recherches des physiciens; C'est surtout dans ces derniers tems, que cette grande opération de la nature a fixé plus particulièrement leurs regards ; la lumière des nouvelles découvertes de la chimie moderne à répandu un plus grand jour sur ce phénomène dans un petit espace de tems, que les idées et les théories de tous les siècles passés. Il ne faut pourtant pas croire, que tous

les nuages épais, qui ont obscurcis ce sujet mystèrieux soient entièrement dissipés ; à présent même quelques observateurs célèbres ne s'accordent pas sur quelques points de ce mécanisme, quoiqu'ils l'aient étudié avec soin dans l'homme et dans quelques animaux ; leurs travaux méritent les plus grandes louanges; cependant j'ose dire, qu'on serait parvenu à finir plusieurs controverses avec plus de facilité, si l'on avait étudié dans ce but un plus grand nombre d'animaux vivans dans leurs diverses classes, sans négliger ceux qui forment les derniers anneaux de la chaîne de l'animalité ; je crois même, que c'est par ceux-ci qu'il fallait commencer ce travail, parce que, étant les plus simples, il était plus aisé de les observer, et qu'ils offraient des échellons qui conduisaient de genres en genres et de classes en classes aux animaux les plus composés, pour arriver enfin à connaître le mécanisme de la respiration de l'homme.

Il faut reconnaître comme une maxime adoptée par tous les hommes sages dans leurs recherches, qu'il est convenable de

les commencer par l'étude des objets les plus simples pour éclairer les plus obscurs, ou les plus compliqués. Ainsi dans le sujet de la respiration on pouvait facilement présumer qu'on obtiendrait des connaissances précieuses et inattendues, en variant les observations sur la foule des divers genres d'animaux, lors même que la diversité dans l'organisation du mécanisme respiratoire ne seroit pas elle-même extrêmement variée.

Attiré par la beauté et l'importance de ce sujet, excité par l'espoir que mes recherches sur cette branche de la physiologie animale ne seraient pas infructueuses, je me suis dévoué à en faire l'objet de mon examen; je ne cacherai point qu'il m'occupe sérieusement depuis trois ans. Les années précédentes de ma vie ont été employées à l'étude d'autres matières physiologiques; on connaît ce que j'ai publié sur les reproductions animales, sur la circulation du sang observée dans son mouvemen au travers des vaisseaux, sur la génération et la digestion des animaux et de l'homme. Après ces ouvrages que j'ai publiés

en divers tems, j'ose encore publier celui-ci sur la respiration qui est, à ce qu'il me semble, assez analogue aux autres.

Je me propose donc d'examiner ces quatre points capitaux. 1.° La respiration des six classes d'animaux, en commençant par la dernière, et en m'élevant graduellement, jusques à la plus éminente, qui embrasse les mammifères, et par conséquent l'homme lui-même.

2.° La respiration des animaux que le froid rend léthargiques. On sait que la respiration gâte l'air; mais comment l'air souffre-t-il encore cette altération par le moyen des animaux qui ne respirent pas? J'entends ici par les animaux qui ne respirent pas, ceux qui sont privés des organes respiratoires; ils sont en très grand nombre.

3.° J'ai été conduit dans les observations que j'ai faites sur ces animaux à rechercher si la peau des animaux qui respirent indépendamment du jeu des poumons ne produit pas la même altération dans l'air qui l'environne.

4.°

4.° Enfin ayant vu que l'air où les animaux ont vécu dans un état de clôture, était vicié, j'ai cru nécessaire de considérer, si leurs cadavres produisaient les mêmes effets.

Mais ces idées sont trop resserrées, pour mettre seulement sous les yeux, les premiers linéamens de mes travaux quels-qu'ils soient sur ce sujet physiologique : je veux donc leur donner plus d'étendue, et je tâcherai de leur en donner autant que pourront me le permettre les bornes d'une simple introduction.

On sait qu'il y a dans la classe des vers, diverses espèces de limaçons terrestres, dont les uns ont une coquille, tandis que les autres n'en ont point ; ceux-ci sont appelés des limaçons nuds. Il est certain que ces animaux ont des poumons, ou au moins des organes analogues. Ces êtres ont d'abord exercé ma curiosité, et m'ont engagé à chercher s'ils altéraient les principes de l'air qu'ils inspiraient et expiraient, et à découvrir quelle était la nature de cette altération.

J'ai fait une suite d'observations et d'ex-

périences semblables sur les limaçons aquatiques.

Les vers ont de grands rapports avec les insectes; les stigmates de ceux-ci sont les poumons de ceux-là ; mais ces stigmates sont des poumons plus multipliés que ceux des vers ; d'ailleurs les poumons des insectes qui subissent des métamorphoses méritent à cet égard des réflexions aussi profondes que particulières. Une chenille, une chrysalide, un papillon, ont beau être, comme on l'a prouvé, le même animal sous diverses enveloppes ; il n'en est pas moins vrai, que ces trois états occasionnent des changemens successifs, qui sont remarquables dans le nombre et la position de leurs trachées.

Outre cela, plusieurs de ces insectes vivent pendant quelques tems dans un de ces états au milieu de l'eau ; tandis que dans un autre état ils deviennent habitant de notre atmosphère ; dans ce cas, il faut se demander, l'air disséminé dans l'eau doit-il perdre le gaz oxygène qui en fait une partie, pour entretenir la vie de ces animaux pendant le séjour qu'ils font dans ce fluide ? L'absorp-

tion qu'ils en font pendant leur vie aquatique, est-elle plus petite que pendant leur vie terrestre ?

En remontant des insectes aux poissons, quoique le degré de la perfection animale de ceux-ci paraisse plus élevé ; néanmoins on peut dire que leurs organes respirateurs se dégradent, ils sont composés d'une suite de cartilages vasculaires, qu'on appelle *branchies*. Comment donc s'opère en eux la respiration ? Dira-t-on que l'eau imprégnée d'air abandonne son gaz oxygène à ces organes respirateurs des poissons ? où plutôt et avec plus de vérité que l'oxygène résultant de la décomposition de l'eau est attiré par ces organes ?

La classe des amphibies succède à celle des poissons, comme les serpens et les quadrupèdes ovipares. Les poumons de ces animaux se rapprochent beaucoup plus de ceux de l'homme, des autres quadrupèdes vivipares et des oiseaux, que les poumons des vers, des insectes et des poissons. Cette double classe vit non-seulement dans l'air, mais elle peut encore vivre quelque tems

sous l'eau; de sorte qu'elles offrent deux suites différentes d'expériences à faire. Il faudrait observer d'abord les changemens que la respiration de ces animaux produit sur l'air, quand ils vivent à terre. En examinant pourtant en second lieu les changemens que ce fluide subit, quand il est emprisonné dans leurs poumons, et quand ces amphibies sont forcés à rester plongés sous l'eau; parce que, quoique ces animaux chassent quelquefois hors de leurs poumons pendant leur immersion dans l'eau, l'air qu'ils avaient inspiré, ils le retiennent pourtant alors souvent dans cet organe, et il n'est pas rare de trouver alors les poumons des animaux gonflés après leur mort, quoiqu'elle ait été occasionnée, en empêchant le renouvellement de cet air par la respiration.

Les oiseaux et les quadrupèdes qui sont les plus parfaits des animaux par l'organisation de leurs corps, le sont encore par celle de leurs poumons. Elle est remarquable par sa fréquence qui est très-grande, et par son indispensable nécessité pour la vie de ces animaux, qui cesse lorsque leur respiration

a été interrompue pendant quelque tems ; tandis que la respiration des amphibies, qui est lente pour l'ordinaire, peut être suspendue pendant plusieurs heures sans qu'ils périssent.

C'est principalement sur les animaux de ces deux classes importantes qu'une chimie industrieuse s'est exercée particulièrement, pour rendre raison du mécanisme de la respiration ; mais malgré la découverte de quelques faits capitaux dans cette recherche, on n'a pas pu éviter l'incertitude des hypothèses pour les expliquer.

L'air commun que nous inspirons contient 0,27 de gaz oxygène et 0,73 de gaz azote, si l'on ne tient aucun compte de la très petite quantité de gaz acide carbonique qui y est mêlé, mais quand on l'expire, le gaz oxygène est fort diminué, et l'on y trouve mêlé avec le gaz oxygène et le gaz azote qui y restent beaucoup de gaz acide carbonique.

L'air respiré a été reçu dans la cavité des poumons, d'où il a été chassé.

Comment donc dans cette opération, l'air a-t-il subi ces deux changemens ? On a dé-

montré que dans l'inspiration de l'air atmosphérique, son oxygène reste en partie absorbé par le sang qui roule dans le poumon, et en partie combiné avec le charbon qui sort du sang; d'où il résulte que dans l'expiration, la masse de l'air est diminuée; et en même tems infectée par le gaz acide carbonique; tandis que le gaz azote reste ce qu'il était d'abord. Ensuite on a cru que l'oxygène atmosphérique n'est point entièrement absorbé par le sang, mais plutôt qu'une partie formait le gaz acide carbonique par sa combinaison avec le charbon du poumon, et que l'autre partie produisait de l'eau par son union avec l'hydrogène pulmonaire.

Enfin on a prétendu que dans la respiration une partie de l'azote atmosphérique était absorbée par le poumon, qu'il entrait et s'incorporait dans les animaux.

Telles sont les principales théories faites sur l'organisme de la respiration par de grands chimistes, qui les ont généralisées dans tout le système animal; quoique véritablement elles ne soient fondées que sur des exemples tirés d'un petit nombre d'animaux.

Quant à moi, je produirai ici les expériences que j'ai faites sur la totalité des six classes du règne animal; je les comparerai d'abord entr'elles relativement au mécanisme de la respiration; je rechercherai s'il s'opère de la même manière dans tous les êtres vivans, ou bien s'il varie avec les variétés de ces êtres différens.

2.° Il y a une grande différence entre les animaux qui conservent la vie, lorsqu'ils sont exposés à une basse température, et ceux qui étant placés de même y perdent le mouvement, deviennent léthargiques et restent dans cet état pendant tout l'hiver. Les deux classes d'animaux qui sont sans aucune comparaison plus nombreuses que toutes les autres, les vers et les insectes, sont sujets à cette léthargie. La classe des serpens montre aussi ce phénomène, comme celle des quadrupèdes ovipares, au moins ceux des climats froids et tempérés, et l'on trouve dans le même cas plusieurs quadrupèdes vivipares. Il paraît donc que le nombre des animaux léthargiques est beaucoup plus considérable que celui des ani-

maux qui conservent toujours leur vie entière pendant toute leur existence.

Dans ce nombre innombrable, les quadrupèdes ovipares, les serpens et plusieurs quadrupèdes vivipares ont de vrais poumons, ils respirent manifestement ; mais comme la respiration dépend des forces de la vie, il est clair que l'affaiblissement de celles-ci doit entraîner l'affaiblissement de la respiration dans les mêmes rapports. Il était donc bien curieux d'observer peu à peu les nuances des symptômes manifestés par les animaux qui deviennent ainsi léthargiques, et il était surtout fort important de savoir si la respiration cessait entièrement dans les animaux tombés en une pleine léthargie ; mais je ne pouvais traiter ce vaste sujet sans observer attentivement les modifications qu'éprouvent les habitudes naturelles de ces animaux qui se ressemblent à cet égard ; tout comme je ne pouvais tirer quelques conclusions de ces modifications, sans avoir observé les habitudes de ces animaux dans leur pleine vie : de sorte qu'il me fallait nécessairement étudier ces animaux

dans la double condition d'une vie éveillée et active, et dans celle d'une mort apparente.

A présent, je ne parlerai pas des vers et des insectes, parce qu'il m'est nécessaire de m'en occuper assez longuement dans ce traité; mais je considérerai les serpens et les quadrupèdes ovipares, de même que les quadrupèdes vivipares qui tombent en léthargie.

Chacun sait qu'à l'approche de l'hiver ces animaux ont la prévoyance de se chercher des retraites propres à les mettre à l'abri des attaques de leurs ennemis, et des injures d'une saison rigoureuse, lorsqu'ils sont privés des ressources de leurs membres, par l'immobilité que leur imprime la léthargie dans laquelle ils sont tombés. Les troncs creusés des arbres, les fentes des vieilles murailles, les crevasses des pierres qui couvrent le sol, les petites grottes souterraines, ou trouvées par hasard, ou fabriquées par ces animaux; les boues glissantes des marais, des risières, les terres légères et pénétrables des champs labourés; les parties intérieures des bords relevés des fleu-

ves, les fonds des haies dont les tiges serrées, et les épines aiguës offrent des places inaccessibles aux ennemis de ces animaux, comme les corps les plus éloignés et les plus profonds des forêts : tels sont les asiles qui promettent la sûreté à ce peuple de vivans endormis pendant les mois d'hiver.

C'est dans ces lieux que je me suis souvent transporté, ayant pour guides les chasseurs de vipères et les pêcheurs ; je faisais ôter la neige, rompre les glaces, ouvrir le sein de la terre souvent couverte d'une croute fortement gelée ; j'ai pu découvrir ainsi les terriers qui renfermaient leurs hôtes léthargiques, et surprendre, comme on a coutume de le dire, la nature sur le fait.

Il était facile de connaître l'intensité du sommeil de ces animaux, par la situation ramassée de leur corps, par l'abandon de leurs membres, par la clôture de leurs yeux, et par leur insensibilité pour toutes les tracasseries qu'on pouvait leur causer. Le degré de chaleur intérieure de ces animaux, mesuré par des thermomètres excellens, était alors une observation importante. Il fallait

savoir si le jeu des poumons, le mouvement du cœur, la circulation du sang, étaient seulement des fonctions affaiblies, ou totalement suspendues. Il fallait observer s'il y avait quelque fente, quelque trou qui pût donner passage à l'air dans la retraite de ces animaux endormis pour entretenir leur vie; ou si toute communication lui était fermée. Telles étaient les recherches délicates que je faisais avec rapidité dans ces heureux momens.

Après avoir noté sur les lieux la basse température à laquelle étaient exposés ces animaux profondément endormis, je les faisais transporter dans ma maison, où je les soumettais artificiellement au même degré de léthargie qu'ils pouvaient avoir éprouvé lorsque je les trouvai dans cet état; je faisais sur eux diverses expériences relatives à la respiration; mais comme je n'avais pu, malgré toutes mes peines, réussir à tirer pendant l'hiver tous les animaux, dont j'aurais eu besoin, hors des lieux où ils dormaient, et profiter de la multitude d'idées que ceux que j'avais eu m'avaient données; je m'en procu-

rai un grand nombre au commencement de l'hiver, et pendant quelques années de suite je me suis procuré toutes les espèces de quadrupèdes qui sont dans la classe des léthargiques. On en trouve cinq en Italie, le porc-épic, les chauve-souris, le rat muscardin, les loirs et les marmottes. Je ne parle pas des taupes, quoique Linné et quelques nomenclateurs les placent parmi les animaux qui dorment l'hiver ; cependant c'est une chose certaine qu'elles sont pendant cette saison très éveillées, et qu'elles soulèvent alors la terre comme en été; cette vérité sans replique est connue de tous les jardiniers et de tous les laboureurs.

Entre les autres remarques capitales que j'ai pu faire, j'ai appris avec un plaisir mêlé de surprise, que dans la multitude des animaux engourdis par le froid, il y en a de diverses espèces, chez qui pendant le printems entier, les deux fonctions vitales qui paraissent les plus énergiques restent suspendues, telles sont la respiration et le mouvement du cœur avec la circulation du sang; aussi je fus moins dans le cas de m'éton-

ner, quand je vis diverses espèces de ces animaux qui étaient dans un complet engourdissement, continuer à vivre aussi bien dans les gaz méphitiques les plus mortels comme dans l'air commun, tels furent en particulier les chauve-souris, les rats muscardins, et les marmottes.

Dans l'énumération des animaux vivans léthargiques, qui seront les objets de mes expériences, je n'ai point nommé les oiseaux et les poissons. Quant aux oiseaux, j'ai déjà montré dans un autre ouvrage, qu'ils ne tombaient point dans cet état, lorsqu'ils éprouvaient un froid aussi vif, quoique l'on eût cru que cela arrivait à une espèce d'hirondeles (*a*). Quant aux seconds, comme on n'avait pas, à ce que je pense, démontré qu'ils éprouvassent une vraie léthargie; j'ai entrepris sur ce sujet une suite d'expériences, que je raconterai ailleurs en parlant de ces animaux.

Dans un autre livre que j'ai publié, j'ai prouvé que la cause très prochaine et immé-

---

(*a*) Voyages en Sicile, T. VI.

diate de l'engourdissement des animaux; n'est point le refroidissement de leur sang, occasionné, comme l'illustre Buffon l'avait cru, par une basse température; puisqu'il y a des animaux privés de tout leur sang, qui s'engourdissent comme les autres; il me parut donc plutôt que cet engourdissement était produit par l'augmentation de la rigidité de la fibre musculaire, et par conséquent par la diminution de l'irritabilité (*a*).

Je n'ai pas cru qu'un nouvel examen de ce sujet fût étranger à cet ouvrage, afin de m'assurer davantage de la solidité de mon opinion.

Après m'être occupé des poissons et des écrevisses, je tâche de montrer, qu'ayant parlé généralement des animaux léthargiques, sans distinguer ceux à sang froid, de ceux à sang chaud, quoique leurs différences puissent être très essentielles; alors au lieu de mettre tous ces animaux dans la classe des animaux à sang froid, comme Buffon, j'ai montré le premier, que ces qua-

(*a*) Opuscules de physique végétale, T. I.

drupèdes vivipares qu'on appelait à sang froid, tels que les marmotes, les rats muscardins, les hérissons, etc. sont des animaux à sang chaud.

Jusques à présent nous avons considéré les animaux qui ont des poumons ou des organes analogues; ils semblent tous véritablement se diviser en différentes branches, depuis les mammifères jusques aux vers. Ce n'est pourtant pas que dans ces derniers, il n'y ait un grand nombre d'espèces, dans lesquelles la plus fine anatomie n'a pas pu trouver les vestiges même des organes respiratoires. Ceux-ci habitent en partie les eaux et en partie la terre.

Mais comme nous montrerons que tous les êtres respirans ont besoin du gaz oxygène de l'air pour vivre, et comme ce gaz oxygène disparaît par la respiration; que doit-on penser des animaux non respirans? Cette recherche méritait bien encore d'être faite; en la faisant, j'ai appris que cet ordre d'animaux vivans était sujet aux mêmes loix; et que l'organe de la peau remplissait d'une certaine manière les fonctions des poumons.

Après avoir terminé cette recherche, mon esprit occupé de ces matières trouva bientôt le sujet d'un nouvel examen, qui n'était pas moins important. La décomposition du gaz oxygène dans les animaux qui respirent, se fait-elle exclusivement par le moyen des poumons ? ou l'état extérieur du corps peut-il y concourir ? Je m'aperçus d'abord que pour décider cette question, il convenait de confiner les animaux dans des récipiens pleins d'air commun, de manière que le jeu du poumon fût supprimé, sans qu'ils cessassent de vivre ; ou bien que l'ouverture des poumons sortît hors de la bouche des récipiens, pendant que leurs corps y seraient emprisonnés, pourvu qu'il n'y eût point de communication entre l'air extérieur et l'air du récipient.

Je ne pouvais pas me servir de ces espèces d'insectes, qui ont leur stigmates ou les bouches de leurs poumons sur les deux côtés de leur corps, parce que je savais qu'ils meurent, aussi-tôt qu'on ferme leur stigmates avec l'huile, ou quelque autre substance grasse. J'eus donc recours à ceux qui

qui respirent par l'extrémité de la queue, et que Reaumur appelle *vers à queue de rat;* ceux-ci, quoiqu'ils séjournent dans l'eau, tiennent pourtant hors d'elle dans l'air la pointe de leurs queues, pour jouir du bénéfice de l'air atmosphérique; aussi en liant fortement leurs queues avec un fil fin de soie, je les privai de l'usage de l'air, et je connus par ce moyen que la surface extérieure de leurs corps détruisait une partie du gaz oxygène de l'air atmosphérique; quoique cette destruction fut plus grande, lorsque l'action de l'organe respirateur restait libre. J'ai pu ainsi comparer avec précision la proportion du gaz oxygène détruit par la respiration et par l'organe cutané.

En employant des moyens analogues, mais accommodés à la nature des poissons, il ne m'a pas été difficile de suspendre la respiration de quelques-uns de ces animaux, sans blesser leurs branchies, et j'ai pu voir, que cette classe d'animaux consumait aussi l'oxygène non-seulement par leurs branchies, mais encore par la surface de leurs corps.

Comme les serpens respirent par la bouche, il me fut aisé de les emprisonner dans de longs tubes pleins d'air, en faisant sortir seulement leurs têtes hors du tube qui les renfermait ; cependant leur peau couverte d'écailles absorba aussi du gaz oxygène, mais dans une quantité beaucoup moindre que celle que leurs poumons absorbaient par la respiration.

Les quadrupèdes ovipares secondèrent parfaitement mes vues. Avec une certaine adresse, on leur arrache complètement leurs poumons, et ils conservent la vie dans cet état pendant un tems plus ou moins long. Cette circonstance me fournit l'occasion de faire un grand nombre d'expériences, qui me causèrent un singulier étonnement, en m'apprenant que les vastes poumons de ces amphibies qui se remplissent et se vident d'air dans leurs continuelles inspirations et expirations, peuvent cependant à peine; contre l'opinion universellement reçue, s'appeler ainsi à cet égard; puisque la destruction du gaz oxygène qui s'opère par ces poumons est bien petite, en com-

paraison de celle qui s'opère par la surface extérieure de leur corps.

Cette absorption du gaz oxygène par la surface extérieure du corps de ces animaux est si nécessaire dans ces animaux privés de leurs poumons, qu'ils périssent beaucoup plutôt, lorsqu'ils sont réduits à cet état, quand on les place dans un gaz méphitique quelconque, que lorsqu'ils sont dans l'air commun. De même ils vivent moins long-tems alors dans l'air atmosphérique, que dans le gaz oxygène pur, comme je l'ai expérimenté encore sur ces insectes, en qui l'on peut suspendre l'action pulmonaire, et sur ces espèces de poissons, qui vivent quelque tems dans l'air, après avoir arrêté le mécanisme de leur respiration.

La peau qui recouvre les quadrupèdes ovipares que j'ai nommés, n'est pas le seul organe qui absorbe le gaz oxygène; mais les muscles mis à nud ont la même propriété, comme je l'ai vu par le moyen de ces animaux écorchés, qui vivent encore quelque tems après cette opération.

Enfin il fallait répéter ces expériences sur

les classes des oiseaux et des quadrupèdes; les résultats furent les mêmes, ils détruisaient plus ou moins de gaz oxygène, lorsque par des artifices variés, je les forçais à rester enfermés dans des vaisseaux clos, de manière que leur tête en fût dehors, tandis que leurs corps y étaient contenus dans l'air qui les entourait sans aucune communication avec l'air libre qu'ils respiraient.

Jusques à présent j'ai parlé de la destruction du gaz oxygène atmosphérique, produite par la surface extérieure du corps des animaux, soit respirans, soit non respirans : j'ajouterai que si ces animaux demeurent pendant un tems plus ou moins long dans une quantité donnée d'air commun, cet air est enfin totalement dépouillé de son gaz oxygène; mais cette perte de gaz oxygène est-elle occasionnée par une absorption de sa base produite par le corps de l'animal, ou seulement par un principe carboné élémentaire, échappé de la peau animale qui se combine avec ce gaz oxygène ? Cette double opinion devait se présenter à l'esprit,

parce que dans chacune de ces expériences, j'ai trouvé plus ou moins de gaz acide carbonique; il était donc bien important de les discuter avec l'attention la plus réfléchie. Les faits nombreux, que je rapporterai, m'engagent à croire avec fondement, que la base de l'air vital, ou l'oxygène est vraiment attiré et absorbé par la peau des animaux.

En poursuivant l'indication de mes expériences, au lieu du mot, *destruction du gaz oxygène*, qui est trop générique, j'emploirai celui d'*absorption*, parce qu'il est plus conforme à la vérité.

DE LA

RESPIRATION

DE QUELQUES

TESTACÉES TERRESTRES

ET LIMAÇONS NUS.

PREMIER MÉMOIRE

CHAPITRE PREMIER.

Helix nemoralis Lin. HÉLICE LIVRÉE.

§ I.er

IL n'y a sans doute personne en Italie comme en Europe, qui ne se rappelle l'hiver sévère de l'an III ou de 1795 ; mais en me bornant à celui qui se fit sentir si cruellement en Lombardie et surtout à Pavie, je dirai que pendant vingt-neuf ans que j'ai habité cette ville, je n'ai jamais éprouvé un hiver aussi long et aussi vif. Indépendam-

ment de la quantité prodigieuse de neige tombée dans cette année, qui couvrit la terre le 25 Décembre 1794, et qui subsista au delà du commencement de Mars; le froid dans la seconde moitié de Janvier et la première de Février fit descendre le mercure du thermomètre pendant la nuit et de bon matin quelquefois à — 8, — 9, — 10 et quelquefois à — 11 et — 12 et même encore à — 12 $\frac{3}{4}$. J'ai pris ces notes avec des thermomètres très sensibles placés au Nord.

§ II.

CETTE rude saison était extrêmement propre, pour faire des expériences sur ces animaux divers que le froid rend léthargiques: je m'occupai alors principalement, non-seulement de ceux qui ont des poumons vésiculaires, mais aussi de ceux dont les poumons sont membraneux, afin d'observer dans cette circonstance la variété des phénomènes de la respiration, les altérations de l'air inspiré, et celles de la circulation; ce qui ne pouvait se séparer à cause de

l'étroite liaison qu'il y a entre ces deux fonctions si essentielles de l'économie animale, la circulation du sang et la respiration; mais comme il me tomba dans les mains un savant mémoire du célèbre Vauquelin inséré dans le douzième volume des *Annales de Chimie* publiées à Paris sous le titre *d'Observations chimiques et physiologiques sur la respiration des insectes et des vers*; cet ouvrage m'engagea à porter mes regards sur quelques-uns de ces animaux privés entièrement de vrais poumons. L'examen que ce grand chimiste avait fait de quelques individus renfermés dans ces deux genres, et sur lesquels il avait entrepris quelques expériences, lui avait fait voir, premièrement que le gaz oxygène atmosphérique était nécessaire à la vie de ces animaux comme à celle des animaux des autres classes qui avaient des poumons. Secondement que quelques-uns d'eux comme quelques limaçons à coquilles et quelques limaçons nuds pouvaient, suivant son opinion, servir d'excellens eudiomètres, puisqu'ils ont le pouvoir de séparer avec la

plus grande exactitude le gaz oxygène du gaz azote, et par conséquent de donner une connaissance parfaite des principes constituans de l'air atmosphérique.

§ III.

Ces deux découvertes aussi belles qu'intéressantes étaient bien propres à piquer ma curiosité, et à me faire naître le désir de chercher, si elles se vérifieraient dans d'autres espèces congénères. Je ne pus pas trouver dans cette saison si froide le *Limax Lin.* ou le limaçon nud, mais je parvins à découvrir des limaçons à coquille : d'abord je rencontrai l'*Helix nemoralis*, *Helice livrée* qui vit et multiplie abondamment dans les campagnes, les potagers et les jardins de Pavie. Cette espèce m'était tout-à-fait familière, soit par les observations d'un autre genre que j'avais faites sur elle dans les hivers précédens, soit pour en avoir décapité plusieurs tous les printems, pour montrer dans mes leçons publiques la reproduction de leurs têtes coupées que j'ai décou-

verte, quond je traitais des reproductions animales.

Comme je me suis proposé, en commençant cet ouvrage, de joindre aux recherches chimiques, les observations d'histoire naturelle et de physiologie qui ont du rapport avec les habitudes et l'organisation des animaux que j'étudie, parce qu'elles sont propres à rendre ces mémoires plus variés et plus complets; il est nécessaire que je donne d'avance une idée de la nature et des mœurs de ce ver.

§ IV.

Sa coquille, ou son enveloppe approche par sa forme de la globulaire; son diamètre dans le plus grand nombre des individus est pour l'ordinaire de quinze lignes, sa surface est lisse, sa couleur noirâtre; mais elle est rayée par des zones fines qui sont blanchâtres; les lèvres en sont obscures, et la face extérieure de la coquille est sillonnée par cinq spires ou volutes.

§ V.

Le ver qui habite cette coquille est d'un brun cendré, ayant les deux sexes, ce qui est commun avec les autres espèces congénères ; il est ovipare ; pendant la belle saison il demeure sur la terre, où il se nourrit de végétaux ; mais à l'approche du froid il s'ensevelit sous la terre, où il reste caché jusqu'à l'ouverture du printems.

C'est donc en Octobre qu'il entre en terre, et qu'il ferme l'ouverture de sa coquille avec un couvercle très fin, membranaceo-calcaire, blanc au dehors, et jaunâtre en dedans ; il y reste immobile jusques au commencement d'Avril ; il sort alors de cette espèce de tombeau, et ranimé par une atmosphère tiède, il est excité à reparaître à la lumière, autant par le besoin de manger, que par celui de propager son espèce.

§ VI.

Pendant l'hiver ces limaçons se trouvent toujours sous terre à une petite profondeur,

dont la plus petite est d'un pouce et la plus grande de quatre ; alors le couvercle fabriqué par l'animal à l'ouverture de sa coquille la ferme exactement, et quand il se retire de son trou, cette couverture est ordinairement tournée en bas. Si le terrain où l'on cherche ces limaçons pendant l'hiver est entouré de murailles qui soient couvertes de tuiles resortant en dehors; c'est communément autour d'elles qu'ils s'enterrent, parce qu'ils y sont à l'abri de la pluie : on les trouve de même dans les lieux, où la terre produit une grande abondance de plantes, et où il y a beaucoup de chicots et de racines.

§ VII.

Quelques naturalistes ont l'opinion, que les limaçons s'enfoncent d'autant plus dans la terre, que le froid de l'hiver devient plus sévère, et qu'ils s'élèvent de même, à mesure qu'ils s'adoucit. J'ai cru que ces deux changemens de situation étaient vrais pour les grenouilles, les crapauds et les salamandres;

mais je n'ai point eu cette opinion pour les limaçons : cependant pour m'en assurer, j'attendis que les premières blanches gelées de l'automne fussent tombées et que les limaçons se fussent cachés dans le sein de la terre, et eussent fermé leurs coquilles avec leurs couvercles ; alors je plantai perpendiculairement en terre une baguette pointue par le bout, de manière qu'elle touchât légèrement le corps de la coquille, et je la laissai fixée dans cette situation. C'était ensuite à moi d'attendre l'augmentation du froid et sa diminution pour visiter les limaçons que j'avais marqués ; mais je n'ai jamais aperçu le plus petit abaissement, ou la plus petite élévation dans la coquille. J'en ai eu la preuve de cette manière deux ans consécutifs sur plusieurs individus, et toujours avec les mêmes résultats.

§ VIII.

Pendant que j'étais occupé à faire ces visites souterraines, j'observai un fait qui me parut mériter l'attention. Dans le mois

de Février de 1793, un jour qu'il soufflait un vent de Sud, je ratissai la terre qui renfermait ces limaçons : les baguettes que j'avais plantées m'indiquaient précisément leurs places. Le thermomètre à l'ombre indiquait 8° à l'air et seulement 6° dans la terre où étaient les limaçons, et où ils en étaient recouverts. J'en apportai quelques-uns chez moi, et je les plaçai le soir sur une fenêtre, où je les laissai à l'entrée de la nuit ; jamais je n'aurai pensé, qu'ils eussent rompu leur couvercle, et qu'ils fussent sortis, de leur coquilles; d'autant plus qu'un peu après le coucher du soleil, il se leva un vent du Nord qui fut très froid, et qui fit descendre en peu d'heures le thermomètre à 1° : cependant à trois heures du matin, étant allé par hasard vers le lieu, où j'avais mis ces limaçons, je les vis presque tous hors de leurs coquilles, ayant la partie antérieure du corps qui en était sortie, et rampant sur le plan de la fenêtre ; le lendemain ils s'étaient attachés aux parois d'une muraille voisine, je me convainquis ensuite qu'ils ne devenaient pas léthargiques à 1° au-dessus

de zéro du thermomètre de Reaumur ; d'autant plus que lorsqu'ils sont renfermés dans leurs coquilles on peut les faire sortir à cette température, et les faire promener, lorsqu'on rompt avec adresse un petit morceau des spires les plus voisins du sommet, et qu'on y introduit la pointe d'une paille, qui pique légèrement l'animal.

§ IX.

Pourquoi donc lorsque ces animaux sont sous terre ne cherchent-ils pas à sortir lorsque la température de l'atmosphère est de 6 à 8° ? et pourquoi ne quittent-ils leurs retraites, que lorsque cette température est à 10° ou à 12° au commencement du printems, tandis qu'au contraire, lorsqu'on les ôte de leur domicile souterrain, et qu'on les transporte dans un lieu ouvert et exposé au vent, ces limaçons semblent dédaigner de rester dans leurs petites cellules, quoiqu'ils y soient exposés à une température plus basse ? Il se pourrait que les commotions qu'ils doivent éprouver au dedans d'eux

par

par le transport excitent dans leurs organes un ébranlement qui fasse prendre à leurs membres cette vigueur, et cette énergie, qui s'étaient assoupies pendant leur long repos. Ou plutôt, on doit attribuer cet effet à la vive impression de l'air qui pénètre le couvercle subtil dont les limaçons sont alors couverts, qui les irrite et les force à reprendre leur activité. Quoi qu'il en soit, il est certain, que s'ils paraissaient sur la terre avant le tems prescrit, pour sortir de son sein, ils ne trouveraient rien pour se nourrir, parce que les végétaux qui leur servent d'alimens ne seraient pas encore sortis de leurs graines, ou n'auraient pas poussé de nouvelles productions; ils ne quittent au moins leurs réduits d'hiver, que lorsque la nourriture qui leur est nécessaire pour la conservation de leur vie, se trouve sous leurs pas. J'ai observé que c'était une loi déterminée par la nature pour tous les animaux qui dorment pendant l'hiver (*a*). Au moins

---

(*a*) Ce défaut de mouvement, cette perte de forces, cette apparence de mort qu'on observe pendant

si l'on aperçoit dans la Lombardie quelques espèces de cette classe courir sur la terre, ou roder dans l'aïr, comme dans ces journées tièdes de la fin de l'hiver ; ce sont seulement de petits lézards, et quelques chauve-souris ; parce qu'ils trouvent alors quelques insectes, ou quelques petits êtres vivans, comme je l'ai remarqué par l'ouverture de ces animaux, que je tuais dans ces circonstances, et qui m'offraient dans leur estomac les petites proies qu'ils venaient d'avaler.

§ X.

J'avais fait ces observations sur ces limaçons en divers tems, avant l'hiver sévère de 1795, lorsque cette saison m'engagea

---

l'hiver, dans ces espèces d'animaux, doivent s'appeler *léthargie*, ou *torpeur*, plutôt qu'un vrai sommeil, et ce sont aussi les mots que j'emploirai dans la suite. Je me permettrai pourtant quelquefois ceux de *dormir* et de *sommeil*, quoiqu'ils soient impropres, parce qu'ils sont employés pour cet objet, par un grand nombre de naturalistes.

par les raisons que j'ai données plus haut, à tenter quelques expériences relatives à la respiration. Le 5 Février de cette année, je fis enlever la neige qui était dans l'angle d'un jardin de Pavie, elle y était tombée à diverses reprises dans le mois de Janvier précédent ; il y en avait treize pouces. On comprend que je choisis ce coin, parce que j'y avais trouvé des limaçons dans d'autres hivers. Lorsque la première neige tomba le 1.er Décembre, § I, elle s'accrut beaucoup ensuite ; mais dans le premier moment la terre n'était pas gelée, et l'on aurait pu croire qu'elle ne se serait pas gelée ensuite, parce qu'on sait que la neige est un obstacle puissant, pour empêcher le froid de pénétrer dans la terre qu'elle recouvre ; les bleds même qui sont en herbe végètent sous la neige ; tandis qu'ils souffrent pendant les hivers très froids, lorsqu'ils restent découverts : mais dans cette année le froid fut si vif, que la terre fut en vain recouverte de neige, elle y avait contracté par le gel la dureté de la pierre, et je fus obligé de la faire rompre avec des pics ; elle formait

une croute gelée d'une épaisseur de cinq, ou six, ou même huit pouces, suivant la diversité des expositions. C'était donc dans cette croute très dure que les limaçons étaient enveloppés.

Ce fait m'apprit bien de nouveau, que cette espèce de limaçon ne s'enfonce pas plus dans la terre, lorsque le froid augmente, comme l'avaient cru quelques naturalistes qui parlent de ces vers § VII.

Les observations que je fis sur ces limaçons, que je parvins à retirer de cette croute terreuse gelée, m'apprirent que tous ces animaux étaient gelés, et que quelques-uns l'avaient été jusques à leur centre, mais ceux-là même qui étaient les plus petits pouvaient être aisément rappelés à la vie par une douce chaleur : les plus gros n'avaient pourtant été gelés qu'un peu au delà de leur surface, et la chaleur d'une chambre à poêle, ou d'une étuve les ranima complètement. C'est avec ces limaçons ramassés pendant plusieurs jours que je commençai les expériences que j'ai déjà indiquées.

§ XI.

Ces limaçons ont-ils les organes respirateurs ? telle fut la première recherche dont je crus devoir m'occuper pour remplir les vues que je m'étais proposées, et voici ce que j'ai pu découvrir après plusieurs expériences souvent répétées.

Si l'on regarde l'ouverture de la coquille d'un limaçon lors qu'il y est renfermé, on remarque dans la partie qui est à gauche, qu'il s'y ouvre alternativement un trou rond, qui a le diamètre d'une ligne et demie, quand il est le plus dilaté, et quand on l'observe dans un lieu fort éclairé, on trouve qu'il se prolonge dans l'animal jusques à sa coquille, qu'on voit distinctement au travers. Ce trou s'ouvre et s'élargit, se resserre et se ferme à la volonté de l'animal, sans qu'il y ait pourtant une correspondance de tems entre son ouverture et sa clôture. L'exactitude de Swammerdam ne m'était pas échappée, il avait remarqué ce trou, et il l'avait appelé ouverture qui sert de passage à l'air ; il est aisé d'observer, que chaque

fois que ce trou fermé vient à s'ouvrir, il fait entendre un petit bruit qui indique la sortie de ce fluide ; mais il ne poussa pas plus loin ses recherches, parce que le sujet qui l'occupait ne les avait pas rendues nécessaires.

Pour moi, ayant vu que ce trou qui paraissait au dehors se prolongeait au dedans de l'animal, je voulus voir encore, où et comment il finissait. La rupture et l'enlèvement de la première volute de la coquille me mit en état de le voir d'autant mieux, qu'on peut l'ôter sans blesser l'animal logé dans l'intérieur ; de sorte que je réussi par ce moyen à connaître parfaitement cet organe et son mécanisme.

Après cette opération, il est facile d'apercevoir, que ce trou sert de tête à une vessie membraneuse, située dans la région du dos du limaçon ; on pourrait regarder cette vessie comme un poumon, puisque cette vessie attire l'air par le trou au dedans d'elle ; puisque cet air attiré de cette manière la gonfle ; puisqu'en fermant le trou l'air y reste emprisonné autant que cela convient

au limaçon, et puisqu'en ouvrant le même trou de la même manière, il peut faire sortir cet air et le chasser réellement, comme on le remarque très bien d'après ce que j'ai dit, par le petit son qu'on entend alors, et mieux encore par la petite courbure qu'éprouve la petite flamme d'une petite bougie opposée au limaçon, lorsqu'il ouvre le trou qui donne passage à l'air.

Malgré la rupture de la coquille l'animal continue à inspirer l'air et à l'expirer, comme lorsque la coquille est entière ; à chaque inspiration, on voit le poumon se gonfler et se tendre, et à chaque expiration, il s'abaisse et se ride : mais les inspirations et les expirations ne s'observent pas d'une manière aussi fréquente dans ce limaçon, comme dans les animaux à sang chaud, celles-là sont beaucoup plus rares. Si l'on souffle au travers d'un petit tube introduit dans ce trou que je viens de décrire, le poumon s'enfle lorsqu'il a été dégonflé, et on le voit s'étendre de manière à contenir une bulle d'un assez gros volume.

Au travers de la membrane pulmonaire

on aperçoit le cœur qui bat visiblement, et si l'on coupe cette membrane dans sa longueur, on voit le cœur placé de manière, qu'il reste toujours enveloppé par l'air qui sort du poumon et qui y entre.

§ XII.

Cet air paraît nécessaire à la vie de ces limaçons ; au moins, outre les démonstrations que j'en donnerai bientôt, on le voit manifestement par le moyen de la machine pneumatique ; ces animaux périssent dans les récipiens vides d'air au bout de quelques jours ; ils périssent même lorsqu'on les tient sous l'eau, et je puis dire qu'ils y périssent par la suffocation.

Lorsque je les eu mis sous l'eau dans un vase qui en était plein quand il était renversé sur une assiete remplie de ce fluide, ils sortent d'abord hors de leur coquille avec la plus grande inquiétude leur tête, les quatre antennes ou tentacules, le col, et le reste du corps qu'ils peuvent en tirer ; en sorte qu'ils sont alors aussi déployés qu'il

est possible avec toute l'étendue de leur pied ; ils s'attachent aux parois du verre, où ils montent, descendent et s'efforcent de sortir sans le pouvoir ; ils cessent ainsi de vivre au bout de trois ou quatre jours, si la température est basse, et dans un tems plus court, si elle l'est moins.

§ XIII.

La quantité d'eau qui pénètre alors ces limaçons est remarquable ; leur volume et leur poids augmentent considérablement. Ayant pesé un de ces limaçons avant de le plonger dans l'eau, je trouvai son poids de 358 grains ; je le pesai après qu'il fut retiré de l'eau, son poids avait augmenté de 252 grains. Quand ces limaçons sont alors tirés de l'eau, ce fluide en sort peu à peu et au bout de douze heures, et quelquefois de quinze, ils reprennent leur premier poids.

§ XIV.

Une absorption d'eau aussi grande suppose une très grande affluence de vaisseaux

absorbans, ou du moins de pores qui s'ouvrent à la surface de ces animaux plongés dans l'eau. Une telle abondance d'eau est sans doute nuisible et même fatale à ce genre de vers; mais il est probable que la soustraction de l'air occasionne dans ce cas une espèce d'hydropisie: cependant une certaine quantité d'eau est agréable à ces animaux, ou plutôt elle leur est nécessaire; c'est aussi pour cela que la nature a donné à leur corps une texture qui est très propre à sucer l'humidité extérieure; on les voit au moins rechercher avec autant d'ardeur une atmosphère humide, qu'ils fuyent la sécheresse et qu'ils la redoutent. On sait qu'ils se plaisent à courir pendant la nuit, à se traîner sur les plantes couvertes de rosée, qu'ils se nourrissent, par préférence des parties les plus tendres des plantes les plus succulentes; et si dans les chaleurs les plus ardentes de l'été il tombe une grosse pluie, alors ces limaçons qui étaient restés pendant des mois entiers attachés à quelques pieds d'arbres, à quelque pierre, à la base de quelques murs, et à d'autres corps peu

exposés aux rayons du soleil, alors ils déchirent le couvercle qui les enfermait, et ils sortent de leurs coquilles, même pendant qu'il pleut. Dans une circonstance semblable j'observai deux choses, l'une qu'un seul repas suffit quelquefois pour rendre à leur corps le volume que leur longue abstinence leur avait fait perdre, je les voyais alors remplir leurs coquilles, quoiqu'avant ce repas elle fut devenue en bonne partie vide. L'autre, que si ces limaçons se trouvent dans un lieu à l'abri de la pluie, la seule humidité dont l'atmosphère est chargée le matin, suffit pour déterminer leur sortie : en sorte qu'on peut considérer ces vers comme de grossiers hygromètres.

§ XV.

Je viens à présent à mon but principal, et je commencerai par le récit des observations de Vauquelin, avant de faire celui des miennes. L'*helix pomatia* de Linné ou l'*escargot*, que quelques-uns appellent encore le *limaçon des vignes*, fut l'objet des recherches de ce

célèbre chimiste sur un seul individu; il le plaça dans un volume d'air atmosphérique de douze pouces cubes, et il le laissa sous le récipient qui contenait cet air pendant quatre jours; le gaz ogygène de l'air atmosphérique qui servit à la respiration de ce petit animal fut entièrement décomposé, ou absorbé, en sorte que le gaz azote qui restait ne contenait pas un atôme d'air vital, et par conséquent le phosphore n'y brûla point du tout, mais le résidu contenait du gaz acide carbonique. Aussi en terminant son mémoire, cet homme célèbre ajouta, que ce ver, en dépouillant parfaitement l'air commun de son gaz oxygène, pourrait fournir un eudiomètre très exact.

§ XVI.

Je vois que le grand chimiste français s'est servi du phosphore de Kunckel, comme d'un critère pour savoir, si dans l'air, où son limaçon avait été renfermé, il y restait du gaz oxygène. Certainement ce moyen est un des plus simples, et je m'en suis servi

pour les expériences que je vais raconter en employant l'eudiomètre du célèbre Giobert; parce que j'ai trouvé cet instrument aussi commode et favorable à mes vues, qu'il est propre pour établir des comparaisons exactes.

La description de cet eudiomètre a été d'abord publiée par Giobert, je l'ai donnée de nouveau, ensuite dans un petit ouvrage que j'ai fait paraître (*a*), ce qui me dispense de la répéter.

Je dirai seulement en général que cet instrument est composé d'un tube cylindrique de verre blanc, ayant le diamètre intérieur d'un demi-pouce, une longueur de dix-huit pouces environ; il est coudé presque à angles droits aux deux tiers de sa hauteur, fermé hermétiquement dans sa partie supérieure, et ouvert dans l'inférieure; il est divisé en cent parties égales d'une de ses extrémités à l'autre jusques à la distance de deux ou trois pouces de l'ouverture du tube:

(*a*) *Esame chemico degli esperimenti del signor Gottling sopra la luce del fosforo osservata nell'aria commune ed in diversi fluidi aeriformi permanenti.*

lorsqu'il est rempli d'eau et plongé sous elle, on y fait entrer jusques à cent degrés l'air, ou tout autre fluide aériforme permanent qu'on veut examiner; alors on applique extérieurement la flamme d'une bougie à la clôture hermétique, où le phosphore est placé : par sa combustion il absorbe la base du gaz oxygène de l'air renfermé avec lui; alors l'eau où le tube est plongé s'y élève, jusques à vingt centièmes environ, si l'air introduit est l'air commun; ce qui apprend que cet air contient 0,20 de gaz oxygène et 0,80 de gaz azote; quoique j'aie prouvé dans le mémoire dont j'ai parlé; que le gaz oxygène de l'atmosphère n'était pas entièrement détruit par le phosphore, mais comme on connaît précisément la très petite quantité de gaz oxygène restante, ce défaut ne saurait nuire aux expériences, d'autant plus que celles qu'on fait avec cet instrument sont très propres à être comparées entr'elles.

§ XVII.

Telle est la méthode que j'ai suivie,

lorsque j'entrepris d'abord mes premières expériences ; je plaçais un de mes limaçons sur le mercure de l'appareil pneumatique, je le couvrais avec un petit tube de verre fermé hermétiquement dans sa partie supérieure ; ensuite j'introduisais un syphon recourbé pour tirer l'air par la suction hors du tube, jusques à ce que le mercure s'y fut élevé environ à la hauteur d'un pouce ; je replaçai le petit tube sur la tablette de l'appareil couvert d'une forte lame de ce métal. Le volume d'air dans lequel l'animal était placé se trouvait de sept pouces cubes, et je le laissai là pendant six jours. Durant cet espace de tems, la température fut de 7 à 8° et le mercure s'éleva de deux lignes et demie.

Il faut prendre garde que le mercure n'absorbe pas du gaz oxygène en se combinant avec lui, ou en s'oxidant à sa surface ; on y observe au moins une pellicule qu'on croit le produit de l'oxidation.

§ XVIII.

Je voulais savoir précisément la quantité

du gaz acide carbonique que cet animal avait produit, de même que celui qui avait été engendré par tous les animaux dont je parlerai dans ces mémoires. Je ne pouvais l'obtenir en remplissant d'eau l'eudiomètre, avant d'y introduire le fluide aériforme que je voulais examiner ; parce que ce gaz aurait été plus ou moins absorbé par l'eau : je préférai donc le mercure à l'eau dans ces expériences ; mais je n'employais alors le mercure que lorsque je m'étais assuré qu'il était parfaitement sec, et par conséquent que le gaz acide carbonique mêlé avec ce fluide y restait intact (*a*).

Après avoir rempli l'eudiomètre de mercure, et y avoir introduit une partie de l'air que le limaçon avait altéré, je faisais en sorte qu'il en occupât cent parties, ensuite je le lavais dans l'eau-de chaux, et je

(*a*) Pour m'assurer que le gaz acide carbonique n'est pas altéré par le mercure, j'en laissai séjourner onze pouces sur ce métal pendant quinze jours, et je ne le trouvai point diminué dans son volume, ni altéré dans ses qualités.

l'introduisais

l'introduisais de nouveau dans l'eudiomètre ; le mercure y montait au degré 11. Ce limaçon avait donc produit onze degrés de gaz acide carbonique (*a*). La flamme extérieure appliquée au phosphore produisait une courte combustion accompagnée d'une fumée passagère ; et lorsque tout était ramené à la première température, le mercure était monté à 11 degrés $\frac{1}{3}$.

Le phosphore avait donc absorbé $\frac{1}{3}$ de degré d'oxygène. Il résulte de là que la destruction de ce gaz opérée par le limaçon n'avait pas été complète.

§ XIX.

Les circonstances racontées dans les paragraphes XVII et XVIII appartenaient à l'effet produit sur l'air par un seul limaçon. Je voulus en mettre trois en expérience de la même manière ; le résultat fut que ces

(*a*) Dans cette expérience, et dans les suivantes, ce gaz précipite la chaux, et forme avec elle le carbonate calcaire.

limaçons moururent plus vite, qu'ils ne vécurent que pendant trois jours, sept heures; qu'il y eut huit degrés $\frac{1}{4}$ de gaz acide carbonique produit, et qu'après avoir allumé le phosphore, et avoir laissé refroidir l'appareil, le mercure monta encore dans l'eudiomètre $\frac{1}{3}$ de degrés plus haut. Par conséquent ces trois limaçons n'avaient pas absorbé tout le gaz oxygène de l'air atmosphérique.

§ XX.

Je m'obstinai à chercher, si l'on pouvait obtenir une disparution complète du gaz oxygène par la clôture de ces limaçons; j'en essayai les preuves en confinant dans l'air commun, un nombre plus ou moins grand de ces vers à diverses températures.

Quand le fluide aériforme renfermé dans l'eudiomètre est entièrement dépouillé de gaz oxygène, si l'on allume le phosphore par la chaleur qu'on lui communique extérieurement, on le voit fondre et bouillir; mais le fluide aériforme qui l'enveloppe reste toujours très transparent; au contraire,

il s'obscurcit pendant quelques momens, et il devient blanchâtre, quand il est mêlé avec le plus petit atome de gaz oxygène, qui se découvre alors par ces apparences. C'est ce qu'on observe toujours peu ou beaucoup dans l'air commun, où ces limaçons ont vécu.

La fusion du phosphore n'occasionnait pas à la vérité une élévation sensible du mercure dans le tube; mais le gaz nitreux montrait évidemment, que ce résidu de l'air atmosphérique, respiré par les limaçons, contenait du gaz oxygène. Ayant fait entrer dans l'eudiomètre de Fontana une mesure de cet air, respiré par les limaçons, et l'ayant mêlé avec une mesure égale de gaz nitreux, le volume total de 200 parties fut réduit à 194, à 195, et tout au plus à 196. La quantité donc du gaz oxygène était indiquée par la diminution elle-même des degrés de l'eudiomètre 6. 5. 4.

§ XXI.

J'ai marqué au § XVII la température que le limaçon placé dans sept pouces

cubes d'air commun avait éprouvée pendant six jours. Cette remarque n'était pas inutile, puisque j'ai trouvé une différence de tems très considérable dans la mort de ces limaçons, suivant la différence de la température à laquelle ils étaient exposés, quoique le volume de l'air dans lequel ils étaient renfermés fut le même.

Après un très grand nombre d'expériences très variées, j'ai vu qu'on pouvait établir comme une loi, que plus la température éprouvée par ces limaçons renfermés est douce, plus aussi est court le tems au bout duquel ils perdent la vie, et qu'ils meurent d'autant plus lentement, que cette température est plus basse, et que le gaz oxygène disparaît plutôt dans le premier cas que dans le second. J'ai vu la même loi s'observer pour les animaux qui dorment pendant l'hiver. J'aurai l'occasion d'en donner plusieurs preuves dans cet ouvrage.

La raison de cette différence est claire. Ces animaux sont du nombre de ceux qui sont à sang froid; car si quelques-uns ne paraissent pas de cette classe, ils semblent

s'y placer naturellement, lorsque l'atmosphère se refroidit ; on voit que ces animaux sont affaiblis par une température un peu basse, qu'ils s'engourdissent alors et deviennent inanimés ; on voit de même qu'une douce température les réveille, leur rend les forces et la vie. Dans le premier cas les organes de ces animaux sont beaucoup moins agiles et moins actifs, que dans le second ; alors la destruction du gaz oxygène s'opérera avec plus de lenteur, et par conséquent ces animaux mourront plus tard, puisqu'il paraît démontré par les expériences précédentes, que le gaz oxygène est nécessaire à leur existence.

§ XXII.

En rendant la température successivement plus froide, je suis arrivé au point, où l'air dans lequel les limaçons sont renfermés ne souffre plus l'altération dont j'ai parlé. Le sujet capital que je me suis proposé de traiter dans ce mémoire, en parlant des animaux qui tombent en léthargie pendant l'hiver est celui de fixer le degré de

froid qui rend ces animaux léthargiques, et celui qui les tue, afin d'examiner les changemens et les altérations observés durant ces circonstances dans la respiration, dans le mouvement du cœur, et dans la circulation.

J'ai déjà dit que le refroidissement de l'air ne rend pas les limaçons, dont je m'occupe léthargiques § VIII; qu'il le faut amener au point de la congélation, et qu'il ne les fait pas même périr, quoiqu'il soit plus intense; c'est au moins seulement lorsque le mercure du thermomètre était à — 2 qu'ils ont gelé dans une chambre de ma maison à Pavie, touchant une chambre échauffée par un poêle que j'habite l'hiver; le thermomètre y montra ce degré pendant plusieurs nuits; les limaçons y gelèrent, et furent tués par ce gel, quoique pendant le jour le thermomètre fut souvent à o; à ce dernier degré de froid, les limaçons tombaient seulement en léthargie, et lorsque je les renfermais dans cet état sous un récipient plein d'air, ils ne l'altéraient en aucune manière; je trouvais toujours les

0,20 de gaz oxygène et les 0,80 de gaz azote ; mais si je faisais en même tems l'expérience dans la chambre, où le thermomètre montrait environ $8^{\circ} \frac{1}{2}$, la décomposition de l'air y devenait sensible, et au bout de quelques heures les 0,20 de gaz oxygène étaient complètement disparus.

§ XXIII.

Mais dans cette léthargie, dans cette inaction des organes considérée relativement à la décomposition de l'air commun, il est bien naturel de se demander, quel phénomène offre le cœur dans cet état ?

J'observe d'abord qu'à mesure, que la température baisse, les battemens du cœur deviennent plus rares ; au degré de la congélation, ils sont encore plus retardés, et quand le thermomètre est à — 1, ils cessent tout-à-fait : au moins pendant des quarts d'heure entiers : j'ai fixé alors attentivement le cœur de ces animaux, et je l'ai vu parfaitement immobile. Je remarquais encore son immobilité dans celle de cette liqueur blanchâtre qui tient lieu de sang

aux limaçons, leurs veines et leurs artères en sont remplies, les troncs de ces vaisseaux s'ouvrent dans leur cœur; cependant lorsque cette liqueur circule, on voit manifestement que son mouvement est produit par celui de systole et de diastole du cœur.

En voyant ainsi cesser l'action réciproque des fluides sur les solides, et des solides sur les fluides, on comprend toujours mieux, comment ces petites machines animales n'absorbent plus l'oxygène de l'air; elles n'ont plus besoin de l'absorber pour mettre alors en jeu, dirai-je, les roues de la vie.

§ XXIV.

Je ne suis point par conséquent éloigné de croire, que dans la saison d'hiver, où les limaçons sont sous terre, les organes de la respiration, ou ceux qui en font les fonctions, de même que les organes qui concourent à la circulation des humeurs restent dans un complet repos; parce que, quoique la température de ces animaux

dans leurs retraites, soit un peu au-dessus de celle de la congélation, comme je l'ai éprouvé, ils sont cependant léthargiques, et ils doivent l'être, puisque le couvercle avec lequel ils recouvrent l'ouverture de leurs coquilles, les enferme parfaitement et leur intercepte toute communication avec l'air extérieur. Ma seconde raison est fondée sur un fait. Ces limaçons choisis d'un volume égal après avoir pris leur repas s'étaient renfermés dans leurs coquilles avec le couvercle formé par leur bave; j'enlevai ce couvercle à un de ces individus, et je l'emprisonnai sous un récipient contenant onze pouces d'air commun; j'en plaçai un autre sous un autre récipient contenant la même quantité d'air, et dans les mêmes circonstances, avec cette seule différence, que je laissai son couvercle sans le toucher. Le thermomètre montrait alors le 15.e degré. Après trente-deux heures, l'air où le limaçon découvert avait vécu perdit $\frac{1}{5}$ de son gaz oxygène, et l'air de celui qui avait conservé son couvercle en avait conservé dix degrés; dans l'atmosphère du premier il s'était formé sept

degrés d'acide carbonique, et dans l'atmosphère du second 2 degrés $\frac{1}{2}$.

Quoique ce couvercle soit formé par deux pellicules transparentes et très fines, on voit donc, qu'elles sont pénétrées par l'air, et qu'elles n'avaient servi que comme un tamis pour la décomposition de la plus grande partie du gaz oxygène de l'air. Ce que j'ai pu confirmer par plusieurs autres expériences semblables.

Il résulte de ces expériences, que les limaçons qui sont enfermés pendant l'hiver par ce couvercle recouvrant l'ouverture de leurs coquilles et qui sont alors dans un état léthargique, n'y sont réduits, que parce que les fonctions de leur vie sont suspendues en eux, et que c'est à cette suspension qu'il faut attribuer l'inaltérabilité de l'air qui les entoure, puisque l'air peut aisément arriver jusques dans leur intérieur au travers des pores de la terre, et de la finesse de leurs enveloppes.

§ XXV.

Mais mon but principal était de chercher,

si le limaçon *Helix nemoralis*, Helix livrée, consume tout le gaz oxygène de l'air commun, et de voir par conséquent, si elle peut sous ce rapport être utile à l'eudiométrie. J'ai déjà montré amplement que ce limaçon ne peut remplir cet office, puisqu'on trouve toujours dans l'air où il a vécu quelque trace de ce gaz, et lors même que ce gaz serait tout détruit, il me semble que cela ne suffirait pas pour trouver dans ces limaçons un parfait eudiomètre, parce qu'il faudrait encore que le gaz azote qui entre dans la composition de l'air commun y restât complètement. Il était donc bien important de diriger de ce côté-là mes recherches ; mais le procédé de Vauquelin et celui que j'ai employé jusques à présent ne pouvaient me satisfaire.

Par le moyen du premier on pouvait savoir la quantité précise de gaz oxygène, et connaître s'il s'était produit du gaz acide carbonique, sans en déterminer la quantité. Par le mien qui consiste à remplir l'eudiomètre avec une portion de l'air renfermé, où les limaçons étaient morts, et à l'analyser ; je réussissais aisément à savoir la

quantité précise des deux gaz oxygène et acide carbonique ; mais il n'en était pas de même pour le gaz azote, dans ces cas au moins, qui ne sont pas si rares, où la quantité du gaz acide carbonique produit est presque nulle relativement à la quantité du gaz oxygène qui a disparu.

J'ignorais alors, si le gaz azote s'était augmenté, s'il avait diminué, ou s'il était resté comme il était auparavant : c'est au moins ce qu'on peut démontrer par l'exemple suivant.

Je remplis l'eudiomètre d'une partie de cet air, auquel la présence d'un animal vivant avait enlevé tout, ou presque tout son gaz oxygène, de manière qu'il n'y restait que le gaz azote avec une petite quantité de gaz acide carbonique, que j'ôtai avant d'introduire l'air dans l'eudiomètre, afin de simplifier l'expérience. Il est donc évident que l'eudiomètre renfermait cent degrés de gaz azote ni plus ni moins, soit que la proportion de ce gaz ait été augmentée, ou diminuée, ou restée la même.

On en peut dire autant, lorsque le gaz

oxygène aurait été seulement détruit en partie par l'animal, comme on peut aisément s'en apercevoir.

§ XXVI.

Voici donc la méthode nouvelle, pour savoir sûrement la proportion du gaz azote, avec celle du gaz oxygène et du gaz acide carbonique.

Je remplis d'abord d'air un eudiomètre après l'avoir auparavant rempli entièrement de mercure, ensuite je fais passer cet air dans un tube cylindrique rempli de ce fluide métallique, et renversé de manière que l'extrémité fermée hermétiquement soit en haut et que l'autre extrémité repose dans le mercure; j'y fais monter ensuite un ou plusieurs limaçons ou quelque autre petit animal vivant, et afin que ces êtres vivans ne touchent pas immédiatement le mercure, je place au-dessous de lui et en même tems un disque mince de verre sur lequel ils restent pendant la durée de l'expérience. Les disques dont je me sers dans ces expériences sont un tant soit peu plus petits que le calibre du

tube, alors les animaux que j'employais, étaient séparés du mercure qui pouvait nuire à quelques-uns d'eux. Aussitôt que je m'aperçois de la mort de l'animal, je transvase l'air dans l'eudiomètre, et j'observe la hauteur à laquelle s'élève le mercure. Je suppose qu'il se soit élevé jusques au 12.e degré, et que le phosphore chauffé ne le fasse pas monter davantage; je lave dans l'eau de chaux ce résidu d'air, je le fais repasser dans l'eudiomètre, je suppose que le mercure arrive au degré 20; il est évident que l'animal aura consumé tout le gaz oxygène, qu'il aura produit huit degrés de gaz acide carbonique, et laissé la quantité première de gaz azote.

§ XXVII.

Je suppose secondement qu'après avoir introduit l'air dans l'eudiomètre, l'élévation du mercure fut de 10 degrés, que le phosphore échauffé ne l'ait pas fait monter davantage, et qu'après avoir enlevé le gaz acide carbonique, le mercure monta à 16, il est encore clair, que par une conséquence

qu'on ne saurait nier, le gaz oxygène a été consumé par l'animal, qu'il y a eu une production de six degrés d'acide carbonique, et qu'il y a eu quatre degrés de gaz azote ajoutés aux 80.

Supposons enfin, que l'élévation du mercure fut à 15° et à 25° après le lavage dans l'eau de chaux et l'enlèvement du gaz acide carbonique, et que l'échauffement du phosphore n'eut pas fait monter davantage le mercure. Chacun voit que l'animal après avoir produit dix degrés d'acide carbonique aura détruit entièrement le gaz oxygène ; avec cinq degrés de gaz azote.

De cette manière on peut connaître ou la constance, ou l'accroissement, ou la diminution du gaz azote ; non-seulement quand tout le gaz oxygène a été détruit, mais encore quand il n'y en aurait qu'une partie.

§ XXVIII.

La mesure de l'air commun qui remplissait l'eudiomètre était de quatre pouces $\frac{1}{8}$, elle fut transportée dans le tube, où je renfermais

les limaçons, et ensuite reversée dans l'eudiomètre. L'expérience fut faite d'abord avec un seul limaçon et j'en répétai la plus grande partie à une douce température, parce que de cette manière j'obtenais plus vite mes résultats; j'y laissais les limaçons, jusqu'à ce qu'ils cessassent d'y donner des signes de vie. Voici ce que j'ai observé sur quatre expériences faites dans ce but (*a*).

(*a*) Ayant fait remarquer que les limaçons qui sortent de leurs coquilles laissent échapper l'air reposant sur eux, et qui les recouvre ensuite lorsqu'ils s'y retirent, § XI, je devais encore en tenir compte, pour apporter à ces expériences l'exactitude qui était si nécessaire; il fallait donc, avant d'introduire les limaçons dans les tubes, qu'ils fussent toujours renfermés dans leurs coquilles, et que lorsque je les retirai pour analyser l'air, je les forçasse à y rentrer; s'ils en étaient sortis, ou du moins qu'en les exprimant sous le mercure, je rendisse à l'air des tubes cette petite portion que les limaçons pourraient contenir.

Gaz

	Gaz oxygène détruit.	*Gaz acide carbonique produit.*	*Gaz azote détruit.*
1.er limaçon.	20	7	5
2.d	16	5	3
3.me	18	6	4
4.me	20	8	8

J'ai répété l'expérience sur quatre paires de limaçons, et voici les résultats que j'obtins dans un tems la moitié plus court que celui qui avait amené la mort des limaçons.

	Gaz oxygène détruit.	*Gaz acide carbonique produit.*	*Gaz azote détruit.*
1.re paire de limaçons	20	3	2
2.de paire.	19 $\frac{1}{2}$	4	6
3.me paire.	20	8	6
4.me paire.	17	3	5

Ces huit expériences apprennent d'abord, que le gaz oxygène est constamment détruit par les limaçons. Secondement qu'il y a une production également constante de gaz acide carbonique. Troisièmement, qu'on remarque une destruction plus ou moins grande de gaz azote.

On y découvre encore que si les gaz oxygène et azote sont détruits ou disparaissent par le séjour des limaçons dans un air renfermé, la destruction du premier est beaucoup plus grande que celle du second, comme il paraît par les faits que je rapporte.

Enfin dans ces expériences, comme dans toutes les autres que j'ai faites sur les limaçons enfermés dans l'air, la surface intérieure des tubes qui les renfermait paraissait toujours dans quelques points légèrement humectée.

§ XXIX.

J'ai dit que je laissai les limaçons dans leur clôture, jusques à ce que la fin de leur mouvement me fit connaître la fin de

leur vie. Quand donc je les voyais immobiles et qu'ils persévéraient dans leur immobilité; quoique je les secouasse avec un petit fil d'archal, que je faisais passer sous le mercure entre le disque et le tube, alors je les retirai. Quelques-uns de ces limaçons me parurent parfaitement morts, mais d'autres reprenaient peu à peu le sentiment et le mouvement ; ils sortaient de leurs coquilles et rampaient pour se porter d'un lieu dans un autre ; ils n'avaient donc éprouvé qu'une forte asphyxie. Je remarquai pourtant que deux limaçons asphyxiés de cette manière avaient totalement détruit le gaz oxygène de l'air, puisque le mercure monta dans l'eudiomètre à 20 degrés.

Je ne fus point alors surpris si ces limaçons reprenaient la vie au bout de quelque tems, parce que j'avais vu que quelques-uns de ces vers pouvaient séjourner dans les gaz méphitiques, comme par exemple les gaz hydrogène, nitreux, acide carbonique, sans y perdre la vie qu'au bout d'un tems assez long.

Les limaçons qui survivaient à la des-

truction du gaz oxygène atmosphérique m'apprirent que ces vers qui l'avaient détruit jusques au degré 20.e étaient conservés en vie par les 5.e ou 6e. degrés de gaz oxygène qui y restaient.

§ XXX.

Les expériences rapportées aux § XXVIII et XXIX, étant comparées avec celles que j'ai rapportées au commencement du § XXV démontrent clairement que cette espèce de limaçon ne peut servir d'eudiomètre, parce qu'elle n'absorbe pas tout le gaz oxygène, et parce qu'elle détruit une partie du gaz azote de l'air commun.

§ XXXI.

Si ces limaçons décomposent le gaz oxygène impur, ou celui qui est mêlé dans l'air atmosphérique avec le gaz azote, il était aisé d'imaginer qu'ils produiraient le même effet sur le gaz oxygène pur, et que probablement dans le même tems, ils en décom-

poseraient une plus grande quantité. Cependant il convenait de s'en assurer par le fait, et il me montra que je ne m'étais pas trompé dans ma conséquence.

Voici donc le résultat de mon expérience sur quatre limaçons, dont deux restèrent trente-six heures dans 4 pouces $\frac{1}{8}$ d'air commun, et les deux autres pendant un tems égal dans le même volume de gaz oxygène retiré de l'oxide rouge de mercure fait par le moyen de l'acide nitreux, afin de l'avoir très pur. Je m'en suis toujours servi dans toutes mes expériences.

Les deux limaçons renfermés dans l'air commun détruisirent 20 degrés de gaz oxygène et 4 d'azote, et produisirent 6 degrés d'acide carbonique.

Les deux limaçons renfermés dans le gaz oxygène détruisirent 38 degrés de ce gaz, et produisirent 14 degrés de gaz acide carbonique.

On apprend pourtant ainsi que les limaçons décomposent une plus grande quantité de gaz oxygène quand il est pur, que lorsqu'il est mêlé avez le gaz azote, mais qu'ils

produisent aussi une plus grande quantité d'acide carbonique. Ce phénomène est tout-à-fait naturel, il résulte nécessairement de la connaissance qu'on a sur la composition du gaz acide carbonique, qui est formé de septante parties d'oxygène et de vingt-huit de carbone combinés avec le calorique.

§ XXXII.

J'AURAIS pu terminer mes recherches, surtout celles que j'avais dirigées pour découvrir les altérations que subit l'air commun renfermé avec les limaçons pendant qu'ils y vivent; mais quand ils étaient morts, il semblait d'abord inutile de se fatiguer relativement aux modifications que pouvait éprouver le gaz oxygène, puisque l'influence des organes respirateurs était au moins fort diminuée. Cependant comme j'ai toujours eu la coutume lorsque j'étudie quelque sujet par le moyen des expériences, de l'étudier de cette manière dans tous les sens, dans ceux même qui semblent s'éloigner le plus de mon premier but, et comme j'ai trouvé

que cette façon d'interroger la nature était fertile en découvertes, je crus qu'il convenait de pousser plus loin mes recherches.

Après l'examen que j'ai fait de toutes les modifications qu'éprouvait l'air renfermé avec les limaçons vivans, je pensai de m'occuper encore de celles que pouvaient lui causer les limaçons morts. Et je puis dire que cette recherche nouvelle m'a ouvert la route qui m'a conduit à plusieurs vérités cachées; parce qu'en les appliquant à des animaux graduellement plus parfaits, jusques à l'homme lui-même, j'ai pu me démontrer que le gaz oxygène de l'air commun étend son empire sur les êtres vivans beaucoup au delà de ce qu'on a déjà découvert.

§ XXXIII.

Quoique les limaçons tiennent fortement à la vie, j'ai eu plus d'un moyen pour les en priver complètement d'une manière presqu'instantanée. Telle est celle de les tenir pendant quelques momens plongés dans

l'eau bouillante. J'en fis périr deux par ce moyen, et je les plaçai sur-le-champ dans ces tubes qui contenaient 4 pouces et $\frac{1}{8}$ d'air commun, où ils restèrent vingt-quatre heures. Comme la force vivante était éteinte dans ces animaux, et comme la fermentation putride s'était établie à cause de la douce température qui régnait dans le lieu où je les avais mis ; j'imaginais que les substances animales étant composées d'oxygène, de carbone et d'azote, je verrai par leur décomposition la formation du gaz azote, du gaz acide carbonique, et de l'eau par l'analyse de cet air contenu dans l'eudiomètre; je la trouvai sans doute; mais dans le même tems je trouvai une sensible diminution du gaz oxygène. En voici les proportions :

Gaz oxygène consumé.

9

Gaz acide carbonique produit.

6

Gaz azote produit.

5

§ XXXIX.

Cette expérience m'entraîna à en faire d'autres semblables avec cette différence seulement, que je fis rester les limaçons morts successivement plus long-tems dans l'air avec lequel ils étaient renfermés, pour voir si le gaz oxygène diminuerait proportionnellement à leur séjour, comme je le vis effectivement arriver; enfin au bout de cinquante-deux heures je le trouvai complètement détruit. Le gaz azote et le gaz acide carbonique s'étaient aussi proportionnellement accrus.

§ XXXV.

Il se présentait ici une recherche importante. Quels sont les limaçons qui, dans le même tems et dans des circonstances semblables, détruisent une quantité plus grande de gaz oxygène; sont-ce ceux qui sont morts, ou ceux qui sont en vie? ou bien la quantité du gaz oxygène détruit est-elle égale dans ces deux cas?

Pour résoudre ces questions, j'entrepris plusieurs expériences que je répétai souvent, et que je variai de diverses manières dans ce but; je ne crois pourtant pas nécessaire de les détailler; il me suffira d'affirmer que la destruction du gaz oxygène est beaucoup plus grande par les limaçons en vie que par ceux qui sont morts. Ainsi, par exemple, un limaçon en vie a consumé tout l'oxygène qu'il pouvait consumer, c'est-à-dire 0,20, tandis qu'un mort n'en a consumé que 0,04 ou 0,05, et tout au plus 0,06.

Il ne saurait pourtant y en avoir d'autres causes que la cessation de la respiration occasionnée par la mort; mais d'un autre côté, si malgré cette cessation de la vie, les limaçons ne cessent pas de détruire, à la vérité, lentement le gaz oxygène; il est évident que cette destruction ne dépend point des poumons, mais des autres parties du corps; et si cette destruction se fait dans les limaçons morts, on ne voit pas pourquoi elle ne se ferait pas de la même manière dans les limaçons en vie. Aussi je pense qu'indépendamment du gaz oxygène détruit

par les poumons, il doit y en avoir aussi une partie qui est détruite par cette portion du corps de l'animal qui sort hors de la coquille quand cela lui convient, et quoique cette quantité qui est alors détruite fut petite, en comparaison de celle qui l'est par les poumons, cette destruction se prolonge néanmoins après la mort, et elle parvient à détruire non-seulement le gaz oxygène atmosphérique dans les vases clos, § XXIV, mais encore le gaz oxygène pur qu'on y renferme, quand il y en a une mesure donnée.

§ XXXVI.

Pour le démontrer, il convient de rapporter l'observation suivante : je renfermai neuf limaçons que j'avais fait périr par le moyen de l'eau bouillante dans quinze pouces de gaz oxygène pur ; ils y restèrent douze jours, ou aussi long-tems que le mercure continua de monter dans le tube; au treizième, le gaz était à peine réduit à un pouce ; son examen chimique me montra que $\frac{1}{3}$ environ de

pouce était du gaz acide carbonique et les $\frac{2}{3}$ du gaz azote.

Ces neuf limaçons avaient donc détruit sans l'usage des organes respirateurs quinze pouces du gaz oxygène, la température était entre les degrés 14 et 16 du thermomètre, et les limaçons sentaient très mauvais au bout de ce tems-là.

§ XXXVII.

En méditant sur le phénomène négligé de la destruction du gaz oxygène par les limaçons morts, j'eus une idée qui me parut d'abord bizare; mais je fus tenté de la réaliser, quoique je n'en espérasse aucun succès.

Hérissant avait démontré par ses expériences aussi concluantes qu'elles étaient ingénieuses, que les coquilles des testacées sont organisées comme les animaux qui y logent; et qu'elles sont formées de deux substances, l'une terreuse, et l'autre animale, ou *parenchymateuse*, et que la dernière par le moyen des ligamens s'unit avec l'animal et fait corps avec lui. Aussi croyait-il avec

raison que ces coquilles se nourrissaient par ce mécanisme, et que les fluides y circulaient comme dans les animaux qui y étaient logés.

Je crus alors pouvoir me dire, si les coquilles des limaçons sont organisées comme eux-mêmes, et si les limaçons détruisent le gaz oxygène; ne peut-on pas conjecturer que cette destruction du gaz oxygène est encore produite par les coquilles? Alors tout le gaz oxygène détruit par ces vers dans les vaisseaux clos, ne serait pas entièrement détruit par leurs parties molles; mais il y en aurait une partie dont la destruction serait due à leur partie dure.

Dans ce but, je confinai les coquilles de deux limaçons dans les vaisseaux remplis d'air commun, que j'ai employé précédemment. Avant de faire passer cet air dans l'eudiomètre, j'avais commencé de soupçonner que le gaz oxygène avait souffert quelqu'altération par une élévation du mercure dans le tube; j'avais au moins remarqué dans mes expériences journalières, que cette élévation était un signe presque sûr d'une

altération : aussi après soixante-six heures je fis l'analyse de cet air et je trouvai :

Gaz oxygène disparu.

9 ½

Gaz acide carbonique produit.

3

Gaz azote disparu.

o

§ XXXVIII.

Plusieurs autres expériences faites de la même manière sur d'autres coquilles de ce limaçon, me convainquirent entièrement de cette vérité ; elles me démontrèrent même que lorsque je laissai ces coquilles plus long-tems renfermées dans l'air, elles en détruisaient complètement le gaz oxygène. Il y a plus ; si au lieu de placer ces coquilles dans une atmosphère d'air commun, je les plaçai dans le gaz oxygène pur ; la consommation de ce gaz dans le même tems était plus grande.

J'ai observé encore qu'en comparant la destruction du gaz oxygène faite par les co-

quilles avec celle qui avait été opérée par les limaçons vivans et privés de leurs coquilles dans des tems égaux, ceux-ci en consommaient une plus grande quantité.

Il faut pourtant observer que la quantité du gaz acide carbonique produit par les coquilles fut extrêmement petite, quoique le gaz oxygène eût entièrement disparu.

§ XXXIX.

La faculté des coquilles des limaçons pour détruire le gaz oxygène, se manifeste non-seulement lorsqu'elles sont fraîchement enlevées à l'animal; mais encore lorsqu'elles en ont été détachées depuis un tems assez considérable, et même alors je ne me suis pas aperçu qu'elles eussent perdu beaucoup de leur énergie pour produire cet effet. Je veux pourtant raconter un fait qui me causa un grand étonnement.

Dans l'angle d'une de mes chambres destinées à renfermer les objets de mes recherches, j'avais plusieurs coquilles de l'*helix pomatia* de Linné, soit l'helix des vignes

ou l'escargot privées de l'animal qu'elles avaient logé depuis dix-huit mois. Ayant vu que diverses autres coquilles de limaçons, dont je parlerai ailleurs, privées de l'animal qui y habitaient depuis plus d'un mois, détruisaient le gaz oxygène, j'eus la curiosité de voir si ces coquilles d'escargots produiraient quelqu'effet sur l'air commun; j'en renfermai donc six dans quatre pouces d'air commun, après les avoir lavées dans l'eau et essuyées. Au bout de six jours de leur clôture, j'examinai l'air renfermé avec elles, et je n'y trouvai plus de gaz oxygène; comme j'en eus la preuve complète par la fusion du phosphore.

Ce résultat que je n'attendais guères m'engagea à répéter ces expériences et à les vérifier, en me servant de trois tubes, dont chacun contenait quatre pouces d'air, avec six coquilles d'escargots, afin d'observer progressivement la diminution du gaz oxygène. Au bout de deux jours l'air d'un tube ne contenait plus que 12 $\frac{1}{2}$ centièmes de gaz oxygène, au bout de quatre jours, l'air de l'autre tube n'en laissait apercevoir

voir que 6 centièmes. Enfin au bout de six jours l'air du troisième tube en était totalement dépouillé : le phosphore y fuma seulement pendant quelques minutes.

Ce fut par un pur hasard, que j'eus ces coquilles qui étaient depuis un an et demi privées de leurs habitans ; mais après cette observation, je n'hésitai pas à croire que les dépouilles des limaçons terrestres privées depuis plusieurs années des animaux qui y vivaient, continueraient à détruire le gaz oxygène.

§ XL.

Les coquilles dont j'ai parlé jusques à présent, étaient très-bien conservées, quoiqu'elles fussent assez vieilles ; elles avaient leurs couleurs naturelles, leur épaisseur, leur dureté et leur poids, comme je m'en assurai en les comparant à tous ces égards avec d'autres coquilles récentes. Elles semblaient laisser entrevoir qu'elles n'avaient point perdu leur organisation; je pensai pourtant, qu'au lieu de cette organisation, elles

avaient retenu la propriété de dénaturer le gaz oxygène. Cependant, si je ne me trompais pas, il en serait résulté que les coquilles plus ou moins désorganisées auraient perdu cette faculté proportionnellement à leur désorganisation. Il me fut aisé de m'en assurer.

Dans le jardin, où j'avais coutume de prendre mes limaçons, il y avait quelques coquilles, dont les animaux étaient péris depuis long-tems, et qui annonçaient une altération plus que sensible. Leurs couleurs, au lieu d'être noirâtres, étaient devenues blanchâtres; on n'y remarquait presque plus leurs zones transversales; ces coquilles étaient plus légères, et elles se brisaient sous mes ongles; leur texture organique était donc rompue en tout ou en très grande partie. Je mis deux de ces coquilles altérées sous deux tubes remplis d'air commun; elles y restèrent quinze jours, sans occasionner la plus petite altération au gaz oxygène; tandis que dans le même nombre de jours, ce gaz avait entièrement disparu, pour avoir été en contact avec deux coquilles semblables, auxquelles j'avais enlevé leurs habitans.

§ XLI.

La découverte de cette vérité m'en fit soupçonner une autre, avec une espèce de sûreté de la voir réalisée par l'expérience. Je pensai que la diminution successive du gaz oxygène atmosphérique serait proportionnelle au degré de la désorganisation des coquilles.

Je me procurai donc un grand nombre de coquilles vides de ces limaçons, qui furent recueillies dans les campagnes de Pavie, et j'en profitai pour mettre mon idée au creuset de l'expérience ; j'en choisis donc qui étaient graduellement altérées, et je les renfermai dans divers tubes avec la même quantité d'air. Je ne dirai pas que dans ces expériences le gaz oxygène diminue suivant l'état apparent d'altération des coquilles. Il y en eut qui paraissaient un peu plus altérées que d'autres dans leur tissu organique et qui pourtant absorbèrent un ou deux degrés de plus d'oxygène que celles qui semblaient moins altérées.

Il est néanmoins certain, que quand l'altération des coquilles était très petite, elles absorbaient presque tout le gaz oxygène; qu'elles n'en absorbaient que la moitié, quand l'altération était médiocre, et que lorsque l'altération était très grande, le gaz oxygène se conservait entièrement, ou bien il était très peu diminué.

§ XLII.

Jusques à présent l'existence de l'organisation des coquilles de nos limaçons n'a été appuyée que par l'analogie que Hérissant a démontrée pour les coquilles d'autres testacées § XXXVII, et j'étais autorisé à l'admettre d'après ces expériences. Il me convenait cependant de la démontrer directement, en me servant de l'artifice aussi simple qu'ingénieux de ce pénétrant anatomiste, c'est-à-dire, en décomposant moi-même les coquilles avec l'acide nitreux étendu d'eau; après cette décomposition la partie terreuse qui les compose reste entière, et la partie vraiment animale devient palpable.

§ XLIII.

Je mis donc de petits morceaux de ces coquilles dans l'acide nitreux étendu d'eau, de manière que l'effervescence produite par le dégagement de l'acide carbonique était faible, et la base de celui-ci était libre, parce qu'il avait été chassé de sa combinaison avec le carbonate de chaux, et dissoute alors par le calorique; elle ne formait que de très petites bulles gazeuses. Il faut observer que ces petites bulles sortaient presque toutes de la surface convexe de la face extérieure des coquilles, et il ne s'en échappait seulement quelques-unes de la surface intérieure concave, que lorsque l'acide nitreux était moins étendu d'eau; mais alors mon but dans cette expérience ne pouvait être rempli, à cause de la grande quantité des bulles d'acide carbonique qui s'échappaient, et de la grande impétuosité de leur départ qui occasionnait le déchirement de la coquille, et qui la réduisait en petits fragmens.

§ XLIV.

Je retirai ces coquilles de l'acide nitreux au bout d'un jour, je les lavai dans l'eau, et je vis qu'elles étaient réellement composées d'une pure substance terreuse, unie à une membrane fine, uniforme, et transparente, qui en recouvrait la surface extérieure; on pouvait enlever cette membrane entière avec des brusselles: en l'approchant alors d'une flamme ardente, elle y donnait les vrais caractères d'une matière animale par son odeur de corne brulée, et par sa réduction en une matière pulvérulente noire et charboneuse.

Après avoir enlevé cette membrane aux coquilles, elles conservèrent leur dureté et leur cohésion, seulement elles étaient devenues plus minces par la perte qu'elles avaient faite de la terre calcaire dissoute par l'acide nitreux; mais les couleurs des coquilles étaient devenues plus vives, que lorsqu'elles étaient recouvertes par les membranes qui les tapissaient; ce qui montre que les couleurs n'adhéraient point à ces

membranes ; mais qu'elles appartenaient à la terre calcaire.

Je remis dans l'acide les restes de ces coquilles ; alors la dissolution de la terre continua, et je ne trouvai enfin que quelques débris membraneux, qui montraient clairement, que la membrane extérieure que j'avais séparée, n'était pas la seule, mais que la matière terréuse s'incorporait dans un tissu membraneux plus subtil, que sa grande délicatesse empêchait de résister aux petites bulles qui s'échappaient du corps de la coquille manifestement organisé.

§ XLV.

A présent on peut conclure que la consommation du gaz oxygène par les coquilles, était produite par l'organisation elle-même des coquilles, et que la terre calcaire n'y avait aucune part ; puisque j'ai déjà fait voir, que les coquilles plus ou moins désorganisées, qui conservaient pourtant encore une bonne partie de cette terre, altéraient d'autant moins le gaz oxygène, que la désorganisation était plus grande § XLIII ; mais

je l'ai vu d'une manière plus évidente, en plaçant un morceau de carbonate de chaux dans cinq pouces d'air commun renfermés avec lui par un tube pendant vingt-quatre jours ; au bout de ce tems-là, cet air n'avait pas souffert la plus petite altération.

§ XLVI.

Les conséquences qu'on peut déduire de ces expériences sont donc :

1.° Que l'hélice livrée a des organes respirateurs.

2.° Que ces limaçons détruisent le gaz oxygène de l'air commun, qu'ils ne peuvent vivre sans lui, et qu'ils ne se détruisent pas entièrement.

3.° Qu'ils détruisent aussi le gaz azote dans une portion beaucoup plus petite.

4.° Que ces vers ne peuvent servir d'eudiomètre, parce qu'un parfait eudiomètre doit montrer la destruction entière du gaz oxygène et conserver complètement le gaz azote.

5.° Que plus la température est douce, et plus la destruction du gaz oxygène par

ces vers est accélérée de même que leur mort.

6.° Lorsque la température descend au degré — 1, la destruction du gaz oxygène est finie; mais alors la pulsation du cœur et la circulation des humeurs sont suspendues.

7.° Il est vraisemblable que cette suspension des mouvemens du cœur et des fluides dure dans ces limaçons pendant l'hiver.

8.° Les limaçons morts comme les vivans détruisent le gaz oxygène; d'où il résulte nécessairement que les poumons ne sont pas la seule cause qui altère le gaz oxygène, mais qu'il y a d'autres parties dans l'animal qui produisent cet effet.

9.° Les coquilles elles-mêmes des limaçons détruisent le gaz oxygène, et continuent de le détruire quoiqu'elles soient privées depuis long-tems de leurs habitans.

10.° Les coquilles perdent la propriété de détruire le gaz oxygène en raison de leur désorganisation.

11.° Le gaz acide carbonique produit est en raison de la destruction du gaz oxygène.

12.° L'humidité est plus ou moins sensi-

ble dans les vaisseaux, où les limaçons sont renfermés.

§ XLVII.

En désignant les altérations chimiques du gaz oxygène atmosphérique produites par la clôture des limaçons dans l'air commun, j'ai employé les expressions génériques de *destruction*, de *perte*, de *disparition* de ce gaz, parce qu'on trouve effectivement qu'il manque dans les analyses que j'en ai faites; il faut fixer cette idée.

Ce phénomène a la plus grande analogie avec celui de la respiration. Un quadrupède, un oiseau enfermé dans l'air commun détruisent le gaz oxygène, ils produisent dans le moment même le gaz acide carbonique; les limaçons font précisément la même chose; la ressemblance dans les effets fait penser raisonnablement à la ressemblance dans les causes; en sorte que la théorie chimique des chimistes modernes pour la respiration s'applique rigoureusement à ce que j'ai dit.

§ XLVIII.

Dans cette étonnante fonction de l'économie animale, une partie de l'oxygène de l'air commun se combine avec l'hydrogène du sang, et forme de l'eau qui s'exhale dans l'expiration ; une autre partie semble se combiner au moment même dans le sang pulmonaire, qui prend ainsi cette couleur d'un rouge vif; une troisième partie se combine avec le charbon du sang, et produit l'acide carbonique, ou plutôt suivant l'opinion d'un célèbre physicien, l'acide carbonique préexiste dans le sang, et s'en échappe sous la forme gazeuse, comme en étant précipité ou dégagé par le gaz oxygène.

§ XLIX.

L'apparition d'un très grand nombre de traces d'humidité sur quelques points des parois intérieures des vaisseaux sous lesquelles étaient les limaçons fournit certainement une preuve de la combinaison de

quelques parties de l'oxygène avec l'hydrogène de ces êtres vivans. Cette humidité, quoiqu'en petite quantité, n'est pourtant pas entièrement le produit de cette combinaison, mais elle doit être en partie celui de cette viscocité aqueuse qui recouvre toujours leur corps. On ne peut comprendre la présence du gaz acide carbonique, qu'en admettant la combinaison de l'oxygène avec le carbone des limaçons, ou comme il me semble plus probable, et comme je le ferai voir ensuite, en reconnaissant que le gaz acide carbonique sort tout formé hors de ces vers.

La preuve la plus convaincante qu'une portion d'oxygène se fixe dans le sang, lorsqu'il roule dans le poumon des animaux vivans qui respirent, est tirée de l'expérience qui démontre que le sang mis en contact avec le gaz oxygène prend une couleur d'un rouge vif.

Nos limaçons n'ont pas un sang proprement semblable à celui des animaux à sang chaud. On ne peut pourtant pas nier qu'une partie de cet oxygène soit absorbée par leurs

corps, et l'argument tiré de cette conséquence le prouve sans replique.

Il arrive quelquefois que ces vers tirés de leur clôture, soit dans l'air atmosphérique, soit dans quelque gaz méphitique, donnent toutes les apparences d'une mort certaine, quoiqu'ils ne soient pas réellement morts, puisqu'ils reprennent alors peu à peu leur première vigueur, lorsqu'ils ont été tenus à l'air libre. Ce qui arrive par le moyen du renouvellement de l'air, ou pour parler plus philosophiquement, par l'action de l'oxygène de l'air sur le corps de ces êtres vivans. Ce qui suppose la fixation ou la combinaison de l'oxygène avec la fibre animale, surtout après la démonstration donnée par Humboldt de la cause de l'irritabilité, qu'il place dans la combinaison intime de l'oxygène avec les fibres des organes animaux. Les coquilles doivent donc absorber nécessairement beaucoup de ce principe vital. De sorte que comme la quantité du gaz acide carbonique produit par les limaçons est petite en comparaison du gaz oxygène qu'ils détruisent, et comme l'humidité qu'ils font

paraître sur les parois des vaisseaux est d'ailleurs nulle, ou presque nulle ; on est forcé de conclure que cette destruction dérive en grande partie de l'absorption de l'oxygène faite par les coquilles. En sorte qu'il est impossible que les limaçons n'absorbent pas une grande quantité de ce principe.

§ L.

Le corps donc charnu et mol de ces limaçons uni à la dure écorce qui les recouvre et les défend, et à l'appareil des organes respirateurs occasionne dans l'air ces altérations chimiques, que le poumon fait naître dans les autres animaux, et il continue à les produire quand ces limaçons sont morts, et quand les organes respirateurs cessent d'agir.

Voilà donc dans quel sens il faut entendre les mots *disparition*, *perte*, *destruction*, et quoique j'emploie aussi celui *d'absorption*, il signifiera la même chose; l'idée n'est pourtant pas juste, cependant pour simplifier les expressions, je ne me refuserai pas l'avantage de l'employer, puisqu'elle s'accorde avec les circonstances.

CHAPITRE II.

Helix Lusitanica, HELIX DE PORTUGAL.
Helix Itala, HELIX ITALIENNE.
LIMAÇONS NUS, AGRESTES, NOIRS, BLANCS, JAUNES, TRÈS GRANDS.
Limax agrestis, *ater*, *albus*, *flavus*, *maximus Linn.*

§ LI.

Le limaçon du Portugal est un peu plus grand que le limaçon livrée; la couleur de sa coquille tire sur le blanc ou le jaunâtre; il a cinq volutes; l'ouverture approche de la figure ronde; les lèvres sont teintes d'une légère nuance couleur de chair, elles sont ouvertes jusques à l'ombilic.

Les organes de la respiration de ces limaçons sont parfaitement semblables à ceux des livrées. La chair en est plus tendre, et sa saveur est plus agréable, aussi le limaçon

du Portugal est plus recherché, et se vend plus cher. A Pavie et à Milan on le vend pendant tout l'hiver dans les boutiques, et il en arrive des barrils de quelques parties de la Suisse et du Vallais. On prétend que les limaçons qui viennent de ces quartiers sont plus délicats, et ont meilleur goût que ceux qui habitent et qui se multiplient dans les jardins de Pavie, et dans ceux qui sont hors de ses murs.

Ces limaçons se cachent sous la terre en automne plutôt que la livrée, et ils en sortent plus tard au printems. Ils sont donc plus sensibles aux impressions du froid, et ils en fournissent la preuve lorsqu'on les garde dans la maison; ils ne sortent pas de leurs coquilles à cette température qui détermine les livrées à en sortir, et tandis que ceux-ci tombent en léthargie par le froid de la congélation, et meurent gelés au degré — 2, § XXII; le degré 2 rend les limaçons du Portugal léthargiques, et ils sont tués au degré o.

§ LII.

Aussitôt que ces limaçons se sont enfoncés en terre, suivant leur coutume, à la profondeur d'un pouce et demi jusqu'à environ quatre, ils fabriquent avec leur humeur visqueuse un couvercle membranaceocalcaire, sous lequel ils restent renfermés pendant tout l'hiver, et ils ne le percent que lorsque le printems amène de beaux jours.

L'épaisseur et la consistance de ce couvercle sont supérieures à celles de toute autre espèce de limaçons terrestres que j'ai pu connaître; il embrasse si étroitement les bords de la paroi interne de l'ouverture de la coquille; il y est si fortement adhérent, qu'il semble y fermer l'entrée à l'air extérieur. Si donc cela était, le limaçon ne pourrait jouir du renouvellement de l'air depuis environ la moitié de Septembre, jusques aux premiers jours d'Avril, et il croupirait seulement dans cette petite portion d'air gâté qui est interposée entre ce couvercle et sa chair.

Il était bien important pour moi dans ces recherches d'éclaircir ce phénomène, et de

savoir si la clôture fermée par le couvercle était rigoureuse ; mais comment en venir à bout? Voici l'artifice que j'ai employé : je fis un petit trou rond dans le centre du couvercle, et j'y insinuai adroitement l'extrémité d'un petit tube de verre que j'avais tiré en pointe, je le fixai dans une position verticale au couvercle, je l'attachai en dehors, et je rendis sa position fixe avec la cire à cacheter ; de manière que l'air extérieur ne pût pas y entrer. Je soufflai alors par l'extrémité extérieure du tube, et je ne m'aperçus pas qu'il s'échappa de l'air ni au travers du couvercle, ni au travers de la coquille; il me sembla donc que je pouvais être assuré que le couvercle de ces limaçons interceptait toute communication entre l'air extérieur et l'air intérieur. Cependant je voulus en avoir une preuve plus rigoureuse et plus décisive ; ce fut la suivante.

§ LIII.

Je répétai sur un autre limaçon le petit artifice du tube de verre ; mais j'en pris un qui était long de trente pouces : je retour-

nai son extrémité inférieure en haut; j'y fis entrer aisément le mercure qui remplit le petit creux entre le couvercle et l'animal, et il entra dans le tube jusqu'au sommet, après y avoir appliqué le pouce pour empêcher le mercure de tomber, je redressai le limaçon avec le tube qui était scellé au couvercle du premier, et je plongeai le tout par-dessous dans un vase plein de mercure, en ayant soin d'y placer le petit tube, de manière qu'il y resta droit; alors le mercure descendit environ de trois pouces, et il y en eut vingt-huit pouces qui y restèrent suspendus; c'était à peu près la hauteur du mercure dans un baromètre voisin.

Il est évident que s'il s'était glissé un filet d'air extérieur dans la coquille, le mercure serait descendu peu à peu dans le tube; ce qui n'arriva point pendant un jour entier; seulement le mercure y fut sujet aux variations dépendantes des variations du poids de l'air qui furent parfaitement semblables à celles du baromètre voisin, de sorte que j'avais fait avec ce petit tube terminé dans sa partie supérieure par un limaçon un parfait baromètre.

Il est donc incontestable que le couvercle de ce limaçon équivaut le sceau hermétique; ayant au moins répété cette expérience plusieurs fois dans d'autres vues, j'ai observé qu'en perçant le couvercle de ce limaçon armé du tube plein de mercure qui y était scellé et qui était renversé dans le mercure avec la pointe d'acier la plus fine, ou en trouant de même la coquille, à l'instant même le mercure suspendu dans le tube se précipitait dans le vase où celui-ci plongeait. Ce qui me fournit une autre preuve également tranchante, que l'air atmosphérique ne pouvait pénétrer dans la coquille, lorsque le ver y avait apposé son couvercle.

Tous les limaçons de cette espèce ne peuvent pas servir également à cette expérience. Avant de l'essayer, il faut observer avec beaucoup de soin la coquille comme son couvercle, et rejeter tous les limaçons qui font soupçonner quelque crevasse, ou le plus petit trou, parce qu'il est évident qu'alors ces crevasses donneraient une entrée à l'air extérieur; comme j'ai eu l'occasion de le remarquer dans quelques expériences de ce genre.

§ LIV.

Cette observation curieuse porte à croire que ces limaçons, pendant qu'ils restent dans leurs coquilles fermées par leurs couvercles, ne transpirent point ; mais avons-nous l'exemple d'un animal vivant qui puisse rester sans transpiration pendant six mois ? c'est pourtant l'espace de tems que dure la clôture de ces vers sous terre, enfermés sous le couvercle hermétique qu'ils ont formé ; il était encore curieux de le rechercher par l'expérience.

C'est ce que je fis sur six limaçons qui me parurent parfaitement sains, soit relativement à leurs coquilles, soit relativement à leurs couvercles ; en sorte que j'avais lieu de croire que l'air atmosphérique ne pourrait pénétrer dans leur intérieur. Je les pesai donc au commencement de l'hiver, et je les repesai ensuite pour savoir s'il y aurait eu quelque diminution sensible dans leurs poids. Ils furent toujours exposés à une température qui resta dans les limites de deux

à six degrés. Voici le poids que je notai le 10 Décembre.

Six limaçons pesés le 10 Décembre.

1.er limaçon pèse	309 grains.
2	304
3	416
4	411
5	380
6	391

Les mêmes repesés le 10 Février.

1.er limaçon pèse	303 grains.
2	300
3	409
4	405
5	375
5	387

Chacun de ces six limaçons, depuis le 10 Décembre au 10 Février a bien perdu quelque chose.

Le 1.er limaçon	6 grains.
2	4
3	7
4	6
5	5
6	4

Je les repesai pour la troisième fois qui fut la dernière, le 8 Avril, il y eut encore une perte de poids qui s'éleva en l'ajoutant avec la première pour avoir la perte totale :

Pour le 1.er limaçon à	14 grains.
2	13
3	11
4	12
5	10
6	11

Telle fut la perte totale de poids que chacun de ces six limaçons souffrit dans quatre mois, tandis qu'ils vivaient renfermés sous leur couvercle.

Quand je les eus pesé, je voulus m'assurer par l'artifice que j'ai décrit plus haut, § LIII, si l'air extérieur était réellement sans communication avec l'intérieur du limaçon, et je trouvai qu'il n'avait pû y en avoir aucune. D'où vient donc cette perte de poids? Il doit paraître clairement que cette perte est très petite relativement aux poids primitifs, comme chacun peut l'avoir remarqué; mais il est très probable que cette perte soit seulement celle de la coquille ;

je veux dire, qu'elle a été produite par les émanations de la substance qui la forme ; il n'existe pas au moins un seul corps qui ne perde quelque chose de son volume et de son poids au bout d'un certain tems par les petites particules qui s'en séparent peu à peu. Quoiqu'il soit très possible que l'animal lui-même ait perdu quelque chose, et que quelques-unes des particules les plus subtiles qui le composent se soient fait jour au travers des pores de la coquille qui sont impénétrables à l'air ; il y a certainement des fluides, comme l'eau, qui s'insinuent dans des pores que l'air ne pénètre pas.

Je ne rejette pourtant pas la seconde cause de diminution, parce qu'il m'a paru que les limaçons que je fis ouvrir le 10 Avril étaient un peu diminués de volume, et qu'ils ne remplissaient plus alors leurs coquilles aussi entièrement qu'ils la remplissaient au commencement de l'expérience.

§ L V.

Une autre recherche beaucoup plus importante que toutes celles que j'ai achevées,

et qui intéressait plus particulièrement l'objet dont je m'occupe, était d'examiner si l'air renfermé dans les limaçons, et qui avait été stagnant pendant un tems si long sur ces vers, avait souffert une décomposition pendant le tems de sa clôture.

Je fis pour cela une abondante récolte de ces limaçons avant l'hiver, ce qui me facilita les moyens de résoudre ce problême; je n'eus qu'à rompre le couvercle de plusieurs de ces animaux dans l'appareil pneumatique à mercure, et à remplir mon eudiomètre avec l'air qui en sortait; c'est aussi le procédé que je suivis. Je fis l'expérience à trois époques différentes.

La première au commencement de Décembre, c'est-à-dire, deux mois après que les limaçons eurent fermé leurs coquilles avec leur sceau hermétique; mais je découvris que cet air était aussi pur que l'air commun: je n'y trouvai presque point de gaz acide carbonique, vingt degrés de gaz oxygène et quatre-vingt de gaz azote.

Je fis la même observation dans la seconde époque, qui se trouva le 15 Février,

et j'eus le même résultat. Cet air donc pendant quatre mois et demi avait été renfermé dans ces coquilles, et il y était resté isolé en recouvrant les limaçons, sans avoir souffert aucune décomposition.

On peut donc dire que dans l'état de torpeur, ou du moins de repos de ces limaçons, la sortie de l'hydrogène et de l'acide carbonique avait été suspendue chez eux, et qu'ils n'avaient point absorbé d'oxygène contenu dans cette petite partie d'air commun.

Il y a une grande attention qu'il faut nécessairement donner lorsqu'on fait cette expérience : il n'est pas rare qu'en rompant le couvercle de ces coquilles, on trouve quelques limaçons morts et pourris, comme on peut s'en apercevoir par l'odeur; alors si l'on analysait cet air, on y trouverait une abondance de gaz acide carbonique, et une diminution du gaz oxygène, Un ou deux de ces limaçons pourris offrirait une source d'erreur dans l'air qu'ils fourniraient à l'eudiomètre. Afin donc d'éviter cette illusion, il convient de faire passer au travers d'un tube plein de mercure l'air de chaque

limaçon, et on ne le fera passer dans l'eudiomètre qu'après s'être assuré que le limaçon est en vie, afin de le rejeter avec l'air contenu dans sa coquille s'il a péri. Quand on a examiné de cette manière l'état des limaçons dont on veut faire usage pour ces essais eudiométriques, en retenant seulement les lames de l'air qui a été confiné dans les limaçons vivans, l'expérience ne souffre jamais aucune exception.

§ LVI.

La dernière époque de ces expériences fut le 7 Avril, c'est-à-dire, dans le tems où ces limaçons commencent à sortir de leurs coquilles, où ils ne rompent pas encore leur couvercle, mais où ils le ramollissent avec leur bave pour le détacher des bords de la coquille.

La température dans les deux premières époques avait été entre quatre et sept degrés; mais dans cette dernière elle s'élevait à 11°.

Dans cette expérience les limaçons firent voir qu'ils avaient décomposé en partie l'air

qu'ils renfermaient depuis long-tems dans leur sein.

J'enlevai le couvercle à un grand nombre de ces limaçons dans le jour où je fis cette expérience ; j'en remplis trois eudiomètres, et voici les changemens chimiques que j'y observai.

Gaz oxygène détruit.	Gaz acide carbonique produit.	Gaz azote détruit.
Air du 1.er eudiomètre.		
9 degrès.	4 degrès $\frac{1}{3}$.	0 degré.
2.d eudiomètre.		
7 $\frac{1}{2}$	5	0
3.me eudiomètre.		
8	6	0

L'augmentation de la chaleur du printems avait ranimé ces limaçons : alors l'accroissement du mouvement de leurs fluides circulans favorise l'exhalation de l'hydrogène et de l'acide carbonique au travers de la surface de leur corps et renouvelle la force chimique attirant l'oxygène ; de sorte que ce gaz devait diminuer avec la production du gaz acide carbonique ; je pense aussi que cette décomposition est la principale cause qui force les limaçons à sortir de leurs prisons, où ils se trouvent aussi mal à leur aise, que dans un tube rempli d'air commun qui commence à se décomposer ; cependant la faim qu'ils doivent éprouver après un jeûne aussi long doit être encore un fort aiguillon qui les presse à sortir.

§ LVII.

Cette dernière observation jointe à ce que j'ai raconté dans le § LIII, m'a fait penser que j'aurai pu fixer les degrés précis d'altération produits par la chair de ces animaux, sans leur ôter leurs coquilles, et

même que j'aurai connu la proportion de ces altérations éprouvées par ces animaux pendant le même tems, soit par leur chair, soit par leurs coquilles ; car puisque ces animaux décomposent l'air ; il était facile à croire que leurs coquilles auraient aussi produit cet effet.

Dans le même paragraphe LIII, j'ai décrit l'espèce de baromètre faite par l'insertion d'un tube dans le couvercle de la coquille du limaçon ; ce qui me fit penser à remplir le petit tube de mercure, et à y faire passer une mesure d'air commun de mon eudiomètre, de manière que cet air touchât l'animal renfermé.

Comme j'avais vu que les limaçons altéraient chimiquement la petite portion d'air qui les touchait sous leur couvercle, § LV et LVI, je ne doutai pas que cette altération ne s'opérât dans l'air du petit tube, et je l'aurai remarqué, parce que le mercure du tube était plus haut que celui du niveau du vase où il plongeait, mais le limaçon se précipita au bout de trois heures de la sommité du tube, parce que le couvercle se détacha de la coquille.

Cet accident si propre à contrarier mes vues se répéta trois fois d'une manière semblable ; sans doute parce que ces animaux étaient occupés à se débarrasser de l'obstacle que leur couvercle opposait à leurs efforts, pour se tirer de l'angoisse qu'ils devaient éprouver, et pour chercher l'aliment dont ils avaient besoin.

Le reste de mes limaçons ayant alors détaché leurs couvercles je fus forcé de renvoyer à l'hiver suivant cette expérience, et le délai me fut utile, puisque je pus la varier à mon gré.

La température du mois de Décembre qui fut dans mon laboratoire entre 3 degrés $\frac{1}{2}$ du thermomètre et 6 degrés, fut très heureuse pour ces expériences; parce qu'il fallait que les limaçons restassent attachés aux petits tubes, et ils y restèrent presque tous, ils ne trompèrent pas mon attente, et je ne me trompais pas davantage sur le jugement que je portai d'abord de l'air renfermé dans les petits tubes ; j'avais cru qu'il n'avait souffert aucune altération, parce qu'il était toujours resté à la même hauteur, et l'ana-

lyse de l'air renfermé dans quelques-uns de ces tubes me le prouva.

Je vis donc qu'il fallait faire éprouver aux limaçons une température plus douce, comme celle d'une étuve qui éleva la chaleur de la chambre à 9 degrés plus ou moins ; le nombre des individus qui se détachèrent pourtant alors du tube de verre fut très petit, mais l'on voyait déjà clairement dans l'élévation du mercure que l'air renfermé s'altérait. L'expérience que je fis sur l'air de deux de ces tubes me montra clairement l'accourcissement de la colonne, et par conséquent, que le gaz oxygène commençait à se détruire et que le gaz acide carbonique se produisait.

§ LIX.

Comme je m'aperçus, que le succès de l'expérience s'annonçait d'une manière facile, pendant que je préparais plusieurs tubes qui portaient à leurs cimes un limaçon soudé par son couvercle de même que les précédens, je pris autant d'autres tubes plus grands scellés hermétiquement au chalumeau dans

dans leur partie supérieure, et je plaçais sous chacun deux un limaçon avec son couvercle, après y avoir fait passer une mesure d'air semblable à celle qui était dans les autres tubes ; mais afin que toutes les circonstances fussent aussi semblables qu'il était possible, je choisis tous ces limaçons placés sous chacun de ces tubes d'une grandeur égale. Ce dernier terme de comparaison me mettait dans le cas de savoir la proportion des décompositions de l'air produites par les animaux seuls, et par leurs coquilles.

Entre un très grand nombre d'expériences faites dans ce but, j'en raconterai seulement six, c'est-à-dire, trois sur l'air des tubes renfermés avec les limaçons qui étaient placés à la cime des tubes, et trois sur l'air des tubes renfermés avec les limaçons placés dans leur intérieur.

ANALYSE de l'air des tubes où les limaçons étaient placés à leur cime.

	Gaz oxygène détruit.	Gaz acide carbonique produit.	Gaz azote détruit.
1.er limaçon	12 degrès.	5 degrès.	3 degrès.
2.d	11	4 $\frac{1}{2}$	2
3.me	13	6	4

Analyse de l'air des tubes sous lesquels les limaçons étaient placés.

1.er limaçon	18	9	5
2.d	20	6	6
3.me	20	7	4 $\frac{1}{2}$

§ LX.

Il découle de ces expériences deux conséquences importantes : la première, que ces vers comme leurs coquilles détruisent le gaz oxygène et le gaz azote, mais moins du second que du premier, et qu'ils produisent de l'acide carbonique ; la seconde que la destruction des deux gaz oxygène et azote, et la production du gaz acide carbonique sont plus grandes dans le même tems par l'action que les vers seuls exercent sur l'air, que par celle de leurs coquilles. Cette observation s'accorde fort bien avec celle que j'avais faite sur les hélix livrées dépouillées de leurs coquilles, et sur leurs coquilles seules, § XXXIX. Cette observation est tout-à-fait dans la nature, elle est tout-à-fait conforme à ce qu'on connaît de l'économie animale ; il est au moins naturel de penser, que ces vers chassent hors de leurs corps une plus grande quantité d'hydrogène, et d'acide carbonique, que hors de leurs coquilles ; et que leurs corps s'approprient davan-

tage d'oxygène que les coquilles qui les recouvrent.

§ LXI.

Les limaçons qui me fournirent les résultats que j'ai rapportés étaient encore en vie après la fin de l'expérience. Il est bieu remarquable, que deux d'entr'eux aient consumé les vingt degrés de gaz oxygène qui est tout celui que ces animaux peuvent détruire.

Je trouvai ensuite par des expériences nouvelles, que les coquilles font disparaître tout le gaz oxygène ; pourvu qu'elles restent plus long-tems que les vers enfermées dans le même air.

§ LXII.

Il n'est pas douteux que ces limaçons, après avoir perdu leurs couvercles, décomposent l'air, lorsqne la température le permet, et qu'il n'y a point de décomposition de l'air, quand ils ont leurs couvercles,

comme je l'ai fait voir dans celui du petit tube, qui avait son couvert, au moins pendant que la température était au huitième degré du thermomètre ; § LVIII. Je dirai donc qu'au dixième degré la destruction du gaz oxygène fut sensible, de même que la production du gaz acide carbonique pour les limaçons sans couvercle, et que dans les deux cas elles devinrent plus fortes à une température plus élevée ; seulement la perte du gaz azote ne correspondit pas toujours avec ce que les deux événemens précédens font remarquer, puisque j'en ai trouvé plus d'une fois les quatre-vingt degrés. Au contraire en rétrogradant du degré cinq $\frac{1}{2}$ du thermomètre jusques à o, l'air commun ne souffrait aucun changemnet; seulement les battemens du cœur de ces limaçons étaient plus rares et plus lents ; mais au degré 1 du thermomètre on ne les observait plus; par conséquent la circulation était alors suspendue.

Ces observations s'accordent avec celles qui sont énoncées au § XXII et XXIII ; lorsque je parlais du limaçon livrée.

§ LXIII.

Mes expériences sur les limaçons livrées m'avaient fait voir, que ces limaçons morts avaient détruit le gaz oxygène § XXXIII : il était bien à présumer, que les limaçons du Portugal produiraient le même effet ; mais cette présomption devait être soumise encore à l'expérience. Je les tuai comme les livrées, en les plongeant un moment dans l'eau bouillante ; mais en faisant ces expériences sur les limaçons morts, j'en fis aussi sur les vivans, pour connaître la diversité des résultats que j'expose ici.

Dans des tems égaux les limaçons vivans détruisent plus de gaz oxygène que les morts, cependant ceux-ci en prolongeant leur clôture le détruisent entièrement.

§ LXIV.

Ensuite, si au lieu de renfermer ces limaçons morts dans une atmosphère d'air commun, je les plongeais dans le gaz oxy-

gène pur, alors dans le même tems, la destruction de ce gaz était beaucoup plus considérable : mais les conséquences qui résultent de ce fait sont si importantes qu'il me paraît nécessaire d'en donner les détails.

J'enfermai six limaçons dans un volume de huit pouces de gaz oxygène pendant sept jours; au bout de ce tems-là, j'examinai ce fluide qui fut réduit à un volume de deux pouces; mais il n'y avait plus un atôme de gaz oxygène. Les huit pouces de gaz oxygène s'étaient donc perdus. Ce résultat fourni par les limaçons de Portugal s'accorde parfaitement avec celui que m'avaient donné les limaçons livrées, que j'avais tenus enfermés dans le gaz oxygène pur; il y en avait neuf dans quinze pouces de gaz oxygène et ce gaz fut tout détruit dans treize jours avec la production des $\frac{2}{3}$ de gaz azote, et $\frac{1}{12}$ de gaz acide carbonique § XXXVI.

Dans les deux cas où l'on a vu se loger une si grande quantité de gaz oxygène dans des animaux morts : il n'y a aucun fondement pour croire qu'une partie de sa base se soit combinée avec l'hydrogène de ces ani-

maux pour former de l'eau ; il est au moins très douteux que l'humidité très rare et très légère qui s'attache aux parois intérieures des vaisseaux renfermant ces animaux, soit le produit de cette combinaison ; elle me semble plus probablement occasionnée par l'évaporation de la partie aqueuse du corps lui-même des limaçons.

Dirai-je donc que cet oxygène se soit combiné avec le carbone des limaçons, et qu'il ait produit le gaz acide carbonique, qui a paru dans ces deux expériences ? Mais cette hypothèse ne peut se soutenir quand on considère la très petite quantité de gaz acide carbonique produit, en comparaison de la très grande quantité du gaz azote qu'on obtient : cependant dans la première expérience, au lieu de quinze pouces de gaz oxygène qui a disparu, il y eut un tiers de pouce de gaz acide carbonique, et dans la seconde on en trouve un $\frac{1}{2}$ pouce quoiqu'il y eût huit pouces de gaz oxygène perdu. D'ailleurs, le gaz acide carbonique qui se manifeste dans la respiration et dans ces expériences sur les limaçons, semble plutôt

un produit de l'acide carbonique préexistant dans la masse des humeurs animales, suivant l'opinion de Lavoisier, que je confirmerai bientôt par des preuves nouvelles.

Il faudra donc conclure que la base de ce gaz oxygène a été absorbée par ces vers, malgré sa grande quantité. Si cette absorption continue quand ils sont morts, elle doit se prolonger à plus forte raison quand ils sont en vie, comme je l'ai démontré par le fait, ainsi par exemple, l'expérience m'a montré que si deux limaçons morts font perdre 0,07 de gaz ogygène en dix heures, deux limaçons en vie en détruiront 0,10 et même davantage.

§ LXVI.

Le motif qui engagea l'incomparable chimiste français à adopter l'opinion que le gaz acide carbonique trouvé dans l'air de la respiration, devait être regardé comme un produit de l'acide carbonique préexistant dans les animaux, était fondé sur l'observation qu'il avait faite dans quelques expé-

riences commencées sur la digestion, dans lesquelles il vit beaucoup de gaz acide carbonique se dégager de la masse alimentaire, jusques au moment de la formation du chyle; il en concluait sagement que si cet acide ne passait pas dans le sang, il ne voyait pas son usage dans l'économie animale.

J'ai répété les expériences de Lavoisier sur des alimens plus ou moins digérés par divers animaux, que je tirai dans cet état hors de leur estomac; mais j'ai toujours trouvé que cet acide carbonique se manifestait alors avec une grande abondance. Je crois aussi avoir une preuve directe que cet acide passe des alimens dans le sang et dans les liqueurs animales; mais qu'il en sort ensuite par la respiration et par la surface extérieure du corps. La voici :

Dans cette hypothèse, il est évident que les animaux qui viennent de faire un large repas, doivent fournir une beaucoup plus grande quantité de gaz acide carbonique que celle qu'ils laissent échapper lorsqu'ils sont à jeun, ou affaiblis par un long jeûne.

Plusieurs expériences que j'ai entreprises

dans ce but sur un grand nombre d'animaux à sang chaud m'ont démontré cette vérité, comme je le ferai voir dans la suite. A présent je me borne aux limaçons livrées et à ceux de Portugal, qui restent pendant tout l'hiver en terre, et qui lorsqu'ils sortent de leurs coquilles au printems prennent alors leur nourriture avec autant d'avidité que d'abondance. Cette faim considérable était une circonstance favorable, pour m'assurer de la solidité de ma conséquence. Voici le moyen que j'employai :

§ LXVII.

Le 4 Avril j'enlevai le couvercle à huit limaçons de Portugal, qui l'avaient conservé pendant tout l'hiver ; je les plaçai sur le fond d'un papier avec des feuilles tendres de jeunes laitues qui parurent leur faire un grand plaisir, comme je le jugeai par leur diminution qui fut remarquable, et par plusieurs feuilles qui me semblèrent dévorées : je les plaçai tous sous quatre petits tubes pleins d'air commun, c'est-à-dire, deux sous

chacun; et dans le même tems je fis la même expérience sur huit limaçons semblables, qui étaient aussi renfermés sous leurs couvercles; mais ceux-ci ne mangèrent rien. Je fis l'analyse de l'air contenu dans ces huit tubes au bout de trente heures, et j'obtins les résultats suivans :

Limaçons qui ont mangé.

	Gaz oxygène détruit.	*Gaz acide carbonique produit.*	*Gaz azote détruit*
1.re paire de limaçons.	20	11	4
2.de	20	9	0
3.me	20	10	3
4.me	20	13	2

Limaçons à jeun.

1.re paire de limaçons.	20	4	2
2.de	20	8	5
3.me	20	7	3
4.me	20	9	5

En comparant le gaz acide carbonique produit par les limaçons des deux espèces, c'est-à-dire, de ceux qui avaient beaucoup mangé et de ceux qui étaient à jeun depuis très long-tems, on voit que dans un seul cas la quantité du gaz acide carbonique produit par les limaçons qui avaient bien mangé est égale à celle qui a été produite par deux limaçons qui avaient long-tems jeûné; mais que dans le reste les limaçons qui avaient mangé récemment, ont produit plus de gaz acide carbonique que ceux qui étaient à jeun; cependant malgré cette différence, les uns et les autres ont détruit le gaz oxygène.

§ LXVIII.

Une longue sécheresse pendant l'été produit sur les limaçons les mêmes effets que le froid de l'hiver. Il arrive quelquefois que dans les mois entiers de Juillet et d'Août, il ne tombe pas une seule goutte d'eau en plusieurs lieux de la Lombardie, comme je l'observai en 1797. Pendant ces sécheresses considérables, accompagnées pour l'ordinaire par une grande chaleur, les limaçons se

cachent dans quelques retraites à l'abri du soleil, ils y sont renfermés dans leurs coquilles par leurs couvercles membraneux, et attachés à quelques corps auxquels ils restent fixés pendant cette longue suite de jours arides et embrasés. Comme ils y sont à jeun, ils y maigrissent beaucoup, et même davantage que pendant l'hiver. Je pensai que ce serait un tems favorable pour faire une seconde expérience. Je renfermai pour cela plusieurs de ces limaçons maigris par le jeûne, de même que quelques autres que j'avais nourris avec soin dans l'air commun, de la manière rigoureusement semblable à celle que j'ai décrite § LXVII.

J'en supprime les résultats détaillés ; il suffira de savoir qu'entre les limaçons qui furent bien nourris, il y eut plus des quatre cinquièmes de ceux-ci qui fournirent une plus grande quantité de gaz acide carbonique, que les autres qui avaient été privés si long-tems de nourriture.

Il résulte donc de là que les animaux nourris ont pris avec leurs alimens une grande quantité de gaz acide carbonique ;

mais il me paraît encore prouvé que ce gaz acide carbonique passé dans le sang et dans les liqueurs en circulation, puisqu'on trouve ce gaz dans l'air où ils ont vécu, et la quantité qu'ils en fournissent est d'autant plus grande, que ces animaux sont plus fraîchement et plus abondamment repus.

Mais s'il arrive ensuite, quoique rarement, qu'un limaçon qui vient de faire son repas fournisse une quantité égale ou plus grande d'acide carbonique qu'un autre qui aura jeûné long-tems ; je crois qu'alors on peut dériver la cause de cette anomalie, de ce que l'aliment n'a pas servi à la nutrition, à cause de quelqu'indisposition provenant de la faiblesse occasionnée par une abstinence aussi longue. Cette conjecture n'est pas aventurée. J'ai vu divers limaçons périr après un long jeûne, quoiqu'ils eussent pris des alimens peu de tems avant leur mort.

§ LXIX.

Je termine mes expériences sur les limaçons de Portugal, en disant un mot sur l'organisation

ganisation de leurs coquilles. Cette organisation ne s'éloigne point de celle du limaçon livrée.

L'acide nitreux y découvre de même une matière terreuse calcaire, et une membrane adhérente à la surface extérieure et convexe de la coquille; on y trouve une autre membrane interne, mais je n'ai pu nettement découvrir, si elle était incorporée avec la terre, ou plutôt attachée à la face concave et opposée de la coquille. Ces deux membranes ont tous les caractères d'une substance animale.

Je ne devais pas laisser sans examen le couvercle calcaire. Sa surface inférieure a une couleur jaunâtre pâle, la supérieure est blanche, quand elle a été débarrassée de la terre qui la salit toujours; puisque pour observer le couvercle dans sa place naturelle, il faut premièrement tirer le limaçon de dessous la terre.

Le couvercle a quelque dureté, il a l'épaisseur d'un tiers de ligne; en le rompant il se réduit en petits morceaux à peu près comme les coquilles d'œuf de poule; il est

un peu convexe à l'extérieur et concave au dedans ; on voit cette cavité tapissée d'une membrane, si on la détache avec des brusselles, et l'on aperçoit la substance calcaire.

Tout cela se voit sans le secours de l'acide nitrique; mais lorsqu'on s'en sert étendu d'eau, suivant le procédé d'Hérissant, le couvercle qu'on y place fait effervescence, comme les coquilles, par la même cause; la matière calcaire se dissout, et l'on voit une seconde membrane bien plus subtile et bien plus fine que l'autre.

Ces couvercles donc, comme les coquilles, sont composés de deux substances, l'une terreuse, l'autre membraneuse. Il ne m'est pas venu dans l'esprit d'examiner si ces membranes occasionnent quelque décomposition du gaz oxygène, mais l'analogie m'engagerait à le croire.

Ce couvercle n'est pourtant pas le seul qui ferme l'ouverture des coquilles : quand on a ôté le premier, on en découvre un second plus intérieur, qui est très mince et transparent, il n'est point calcaire et il est entièrement composé de lames mem-

braneuses extrêmement minces; on peut pourtant les séparer avec la pointe des brusselles. Ce couvercle ferme l'ouverture de la coquille, mais il n'intercepte pas e passage de l'air; cependant il est peut-être nécessaire de le rompre pour mettre plus de précision dans l'expérience, quand on perce le couvercle calcaire, si l'on veut y introduire l'air extérieur.

Les limaçons ne font leur couvercle calcaire que lorsqu'ils s'enterrent à l'approche de l'hiver. Le couvercle qu'ils font dans les autres saisons est membraneux; cependant il faut dire que la matière calcaire, destinée à cet usage, ne se prépare dans les animaux qu'à l'approche de l'hiver, lorsqu'ils en ont besoin, pour se mettre à l'abri des injures de la saison et de celles du dehors.

§ LXX.

Dans les jardins et dans tous les lieux couverts de plantes recherchées par les limaçons livrées et de Portugal; il n'est pas rare d'en trouver une troisième espèce qui est

plus petite, sa couleur est jaunâtre avec des raies brunes, la lèvre de l'ouverture est noire (*a*).

Je ne sais pas pourquoi Swammerdam l'appelle *lacche;* elle me paraît avoir les caractères de celle que Linné appelle *itala;* je lui donnerai ce nom; elle est enterrée comme toutes les autres pendant l'hiver, enfermée par son couvercle membraneux, et dans un état léthargique, dont elle sort au printems : elle est alors trop connue des habitans de la campagne par les dommages qu'elle cause aux plantes naissantes portant du fruit, et surtout aux vignes, en dévorant les pousses les plus tendres.

Ces limaçons ont ainsi plusieurs traits de ressemblance, soit à l'extérieur, soit à l'intérieur avec les deux limaçons dont j'ai parlé jusques ici, mais ils ont pourtant des différences essentielles que le célèbre anatomiste hollandais n'a pas fait remarquer. Ainsi par exemple, une de ces différences inté-

---

(*a*) L'auteur met en note, dans son manuscrit, qu'il doit en faire une meilleure description.

rieures annonce que ce limaçon ne reproduira pas sa tête coupée, comme je l'ai observé un très grand nombre de fois, tandis que cette singulière régénération s'opère dans les deux espèces dont j'ai parlé; quoique ce limaçon italien soit fort commun, il ne sert pas d'aliment aux hommes qui mangent les autres espèces.

§ LXXI.

J'ai cependant voulu faire des expériences sur cette espèce ; j'ai répété sur elle toutes les expériences que j'ai racontées sur les deux autres, soit dans l'air commun, soit dans le gaz oxygène, soit dans le gaz azote ; soit encore sur les limaçons vivans, soit sur les morts ; soit sur les limaçons entiers et sur ceux qui étaient privés de leurs coquilles ; soit enfin sur les coquilles seules ; mais comme les résultats ont été à tous égards sous tous ces points de vue, parfaitement analogues à ceux que les deux autres espèces de limaçons m'ont fourni et que j'ai raconté, il serait aussi superflu qu'ennuyeux de les décrire avec leurs détails.

§ LXXII.

Je ferai plutôt une considération générale à l'occasion de ces expériences exécutées sur ces trois espèces de vers, relativement aux trois gaz oxygène, acide carbonique et azote. Le gaz oxygène atmosphérique est toujours absorbé par ces limaçons, lorsqu'ils séjournent pendant quelque tems dans l'air commun; il est constant qu'alors il se produit plus ou moins de gaz acide carbonique : mais il n'est pas également constant qu'il y ait du gaz azote détruit. Il est pourtant vrai que dans les expériences racontées précédemment, j'ai démontré presque toujours la destruction de ce gaz : mais ceci indique seulement que dans le nombre immense d'observations et d'expériences renfermées dans mes journaux; j'ai seulement raconté celles qui l'avaient manifesté, je dois dire pourtant aussi qu'elles sont à tous égards les plus nombreuses. Ce n'est pas qu'il n'y en ait eu quelques-unes qui annoncent un effet contraire, et qui montraient une production de gaz azote jusques à trois,

quatre et cinq degrés, quoique les limaçons fussent en vie.

J'ai observé ce phénomène singulièrement dans deux circonstances. La première, après un repas abondant, fait avec beaucoup d'appétit ; la seconde, lorsque ces limaçons étaient prêts à périr. Si je ne me trompe pas, on pourrait expliquer de cette manière ce double phénomène. L'azote étant un des principes introduits dans les animaux par le moyen des alimens, les limaçons après un repas considérable peuvent en avoir pris une si grande quantité qu'il s'exhale sous la forme gazeuse. Dans l'autre cas, lorsque la vie est prête à quitter ces animaux, cette petite machine animale étant bien près de sa décomposition, il est croyable que le gaz azote commence à s'échapper ; on sait au moins que la décomposition complète en produit une grande abondance.

§ LXXIII.

Les montagnes d'une hauteur moyenne de l'Appennin, ses collines, ses vallées, ses

bois, ses prés humides sont des retraites pour plusieurs générations de limaçons spécifiquement différens de ceux que j'ai décrits jusques à présent. J'ai pu me procurer moi-même par mes recherches et par celles de mes amis quelques individus de ces espèces; je les ai soumis à quelques expériences relatives à ce sujet; j'ai toujours obtenu la destruction du gaz oxygène avec une production plus ou moins grande du gaz acide carbonique. Après avoir fait ces expériences sur les limaçons entiers, je les ai faites toujours sur les coquilles, elles ont occasionné de même la destruction du gaz oxygène, avec cette seule différence, qu'elle était moindre que celle qui était produite par les limaçons qui y habitaient.

§ LXXIV.

La propriété de ces matières calcaires organisées pour s'approprier cette substance précieuse destinée à conserver la vie des animaux, me rappela les œufs des oiseaux, dont les coquilles ont la plus grande ana-

logie avec celles des limaçons, et généralement avec celles de tous les testacées. On trouve de part et d'autre la terre calcaire douée d'un degré plus ou moins élevé de sécheresse et réunie à un tissu organique. J'imaginai donc une conjecture qui ne me parut pas bien éloignée de la vérité. Je pensai que les coquilles des œufs des oiseaux absorbaient le gaz oxygène de l'air commun, de la même manière que les coquilles des limaçons, comme j'eus le plaisir de le voir; mais avant de raconter les résultats de ce nouveau genre d'expériences, il est nécessaire de dire un mot de la structure de ces coquilles.

Il y avait long-tems qu'on avait observé que ces coquilles sont criblées d'une multitude de petits trous, qui sont les extrémités de très petits vaisseaux, partant de la membrane dont la coquille est intérieurement tapissée, et s'ouvrant à leur surface par leurs petits orifices, où ils forment un réseau très fin et transparent.

§ LXXV.

Je me suis servi du même dissolvant employé dans l'analyse des coquilles de limaçons, pour celles des oiseaux, en mettant quelques petits morceaux de coquilles d'œufs de poule dans l'acide nitreux étendu d'eau, de manière que l'effervescence fut très faible et qu'il fut impossible de craindre les déchiremens du tissu organisé qu'elle aurait pu occasionner, si elle avait été plus vive. Les petits morceaux des coquilles d'œufs étaient ceux, que je pris sur la partie obtuse de l'œuf; je les choisis, parce qu'ils n'ont point de membrane intérieure; je savais d'ailleurs qu'il se forme là une cavité lenticulaire, et que la membrane qui concourt à sa formation y abandonne la coquille qu'elle laisse à nu.

Ce ne fut pas sans étonnement, que je vis paraître au commencement de la dissolution de la terre calcaire une membrane dans cette partie obtuse, qui m'en avait paru privée à l'œil. Craignant de m'être trompé, ou d'avoir fait quelque équivoque, je refis

l'expérience sur une coquille enlevée alors à l'œuf ; puisque je pouvais par ce moyen en détacher dans ce moment la membrane avec une grande facilité ; Je mis ainsi quelque-uns de ces morceaux dans l'acide nitreux; mais au bout de quelques heures, je vis encore cette nouvelle membrane, que je détachais complètement avec les brusseles de chaque petit morceau. Je m'aperçus même que sous la membrane connue de tout le monde, il y en avait une autre qui me parut, d'après mes observations, un peu transparente, mais plus fine et plus délicate que l'autre.

Outre cela, dans la partie convexe, ou sur la surface de la coquille, je trouvai non-seulement ce réseau très fin et diaphane, qui avait déjà été observé, mais je parvins encore à enlever avec la pointe des brusseles une membrane transparente et subtile, au delà de ce qu'on peut imaginer; en l'observant avec une lentille, elle me parut filamenteuse et criblée de trous excessivement petits. Après avoir enlevé ces quatre membranes, deux intérieures et deux exté-

rieures ; les petits morceaux de la coquille exposés à la lumière solaire la plus vive me parurent criblés de trous.

Ces morceaux privés de leurs membranes, et altérés par la dissolution que l'acide y opérait, devinrent plus subtils encore ; mais ils avaient conservé cette dureté naturelle qui les fait craquer sous les dents ; cependant si les petits morceaux continuent à rester dans l'acide nitreux, la substance calcaire se détruit enfin entièrement, en abandonnant une nouvelle membrane très subtile, qui était sans doute, comme je pense, remplie et couverte par cette substance.

Cette analyse chimique m'a donc fait connaître, outre la membrane intérieure et l'extérieure, qui est vasculaire, trois autres membranes ; l'une qui est placée derrière l'intérieure, l'autre qui accompagne l'extérieure vasculaire, et la troisième cachée à moitié sous la partie calcaire de la coquille.

§ LXXVI.

La première expérience que je fis pour savoir si les coquilles des œufs d'oiseaux ab-

sorbaient le gaz oxygène, fut celle de renfermer dans trois pouces d'air commun un œuf de poule.

J'ai remarqué ailleurs que l'élévation du mercure dans les tubes est une marque sûre de quelque destruction dans les gaz qu'ils renferment. J'allai donc de tems en tems jeter les yeux sur le tube de l'œuf pour voir si le mercure s'élevait au-dessus de la ligne qui l'avait d'abord séparé de l'air, et je le remarquai au bout de quelques heures; mais l'élévation s'accrut tellement, que je supposai une grande altération arrivée à l'air; était-ce par la diminution du gaz oxygène, ou du gaz azote, ou plutôt de tous les deux? voilà ce que j'ignorais. Au bout de quatre jours je fis passer l'air qui restait dans l'eudiomètre. Je trouvai le gaz azote dans son entier, mais il y avait dix-sept degrés du gaz oxygène qui avaient disparu, et six degrés et demi de gaz acide carboniqne qui s'étaient formés.

§ LXXVI.

L'EXPÉRIENCE n'était pourtant pas pleine-

ment décisive ; il fallait savoir encore, si cette destruction était un produit de la simple coquille, ou bien si l'intérieur de l'œuf concourait, pour soutirer de l'air sa partie la plus subtile, par les petits trous de la coquille. Je cherchai à dissiper l'incertitude en faisant l'expérience sur la coquille seule. Après avoir donc opéré de cette manière, le résultat de l'expérience fut un peu diminué; au bout d'un tems égal et à la même température, il y eut treize degrés de gaz oxygène qui furent détruits, six degrés $\frac{3}{4}$ de gaz acide carbonique produits, et le gaz azote resta sans diminution.

§ LXXVIII.

Il me restait pourtant encore un scrupule sur la consommation plus grande du gaz oxygène par la coquille unie à la substance intérieure de l'œuf, que par la coquille seule. Ne pourrait-il pas arriver, que cette plus grande consommation fut due entièrement à la coquille, ou bien que la membrane qui recouvre les parois intérieures de

la coquille y concourut, puisque je l'avais laissée adhérente dans les précédentes expériences? Pour résoudre ce problème avec exactitude et pour voir les proportions de cette consommation dans l'œuf entier, dans la coquille avec sa membrane, et dans la coquille qui en serait privée; je plaçai un œuf entier dans un tube, la coquille d'un œuf avec sa membrane adhérente dans un autre, et dans un troisième la coquille sans sa membrane. Par cette comparaison, je pouvais en porter un jugement sûr; au bout de cinq jours, l'œuf entier avait détruit dix-huit degrés de gaz oxygène; la coquille unie à sa membrane quinze degrés $\frac{1}{2}$ et la coquille dépouillée de sa membrane treize degrés.

Il paraissait donc, que quoique la plus grande destruction du gaz oxygène fut produite par la coquille seule, il y en avait pourtant une petite partie, qui avait été détruite par la membrane et les autres liqueurs.

Deux autres expériences que je néglige de raconter me confirmèrent par leurs résultats ceux que je viens de décrire.

§ LXXIX.

Il n'était plus douteux, que les œufs des autres oiseaux produisissent les mêmes effets sur le gaz oxygène de l'air commun; au moins cette propriété que j'avais trouvée d'abord dans les coquilles des deux espèces de limaçons, je l'ai retrouvée encore dans toutes celles que j'ai pu avoir. L'expérience m'a montré sur cinq ou six espèces d'œufs différens, que les résultats étaient les mêmes que ceux qui m'avaient été offerts par les œufs de poule, et comme ces coquilles, de même que celles des limaçons, ne se pourrissent pas; je n'ai pas de peine à croire que la consommation du gaz oxygène de l'air ne provienne en tout, ou pour la plus grande partie, de l'absorption de la plus grande partie de sa base faite par les coquilles elles-mêmes.

§ LXXX.

Je terminerai ce mémoire par quelques mots sur quelques limaçons qui naissent sans

coquilles;

coquilles, on les appelle *limaces*; les Toscans leur donnent le nom de *limaçons nus*. L'observation de Vauquelin sur le *limax flavus* de Linné, qu'il appelle *la grande limace jaune des prairies*, m'engagea à m'en occuper.

Je soumis deux de ces limaces à l'expérience, j'en enfermai une dans l'air commun, et l'autre dans le gaz hydrogène sulfuré. Toutes les deux y périrent, mais dans des tems bien différens, la seconde ne donnait plus de signes de vie au bout d'une demi-heure. La première détruisit entièrement le gaz oxygène, puisque le phosphore mis dans le reste de cet air ne lui fit souffrir aucune espèce de diminution, quand je lui fis sentir la chaleur.

§ LXXXI.

Plusieurs individus d'un limaçon nu *limax agrestis* de Linné devinrent ensuite les objets de mes observations. Ces limaçons habitent non seulement les champs, les jardins, les prés, suivant l'observation de cet

illustre botaniste, mais elle vit encore, et elle se multiplie dans nos maisons, dans les caves, dans les chambres de plain-pied, pourvu qu'elles soient humides, dans les abris où l'on dépose les bois, et dans des lieux semblables.

Elles ont coutume de sortir pendant la nuit; mais elles cheminent aussi de même dans toutes les heures du jour. Elles laissent le chemin qu'elles parcourent verni d'une couche très mince d'un gluten visqueux, qui se dessèche d'abord et prend une couleur argentine lustrée.

Les lieux où ces limaces passent l'hiver sont des trous souterrains, les angles les plus cachés de quelque chambre basse, et d'autres semblables réduits : il y en a même qui se cachent sous la terre, comme les limaçons dont j'ai parlé.

Ces limaces n'ayant point de coquilles pour leur servir de remparts contre les accidens extérieurs, se retirent en elles-mêmes, et forment une espèce de globe, elles restent immobiles dans cette position racourcie, pendant toute la durée du froid de l'hiver.

Il est beaucoup plus difficile de les trouver dans cette saison que les limaçons ; je suis pourtant parvenu alors à découvrir ces limaces à force de peine ; je les ai toujours trouvées amoncelées de cette manière, sans mouvemens et léthargiques ; leur léthargie commence lorsque le thermomètre indique environ le deuzième degré au-dessus de zéro.

§ LXXXII.

Cette espèce de limaçons a été trop bien décrite par les plumes élégantes de Swammerdam et de Rhedi, pour entreprendre leur description ; on me reprocherait une superfluité inutile. Je me bornerai seulement à remarquer avec ces deux anatomistes, qu'il s'ouvre un trou au côté droit du col, aux limbes de leur capuchon, et que ce trou est le canal qui donne passage à l'air extérieur. Dans les limaces plus grandes, dans celles qui ont une longueur au-dessus de trois pouces, et qui dans leur grosseur ont une circonférence supérieure à un pouce et demi, j'ai vu ce trou ayant un diamètre d'une ligne,

quand il est le plus ouvert, cette ouverture est le plus souvent circulaire et ovale. Ce trou s'ouvre et se ferme par la volonté de l'animal; mais il n'y a pourtant aucune alternative entre son ouverture et sa clôture. Quelquefois il reste ouvert pendant plusieurs minutes, et d'autrefois seulement pendant quelques instans. Quand l'œil regarde dans le trou, lorsqu'il est le plus ouvert, on voit qu'il sert d'orifice à un petit canal qui s'enfonce sous la région du col, où il forme une espèce de bourse ou de vésicule, qui est, au jugement de Rhedi, le poumon de ce ver.

§ LXXXIII.

En tenant l'œil fixé sur ce trou, j'ai vu tourner rapidement autour et se cacher au dedans de lui les plus petits animalcules, qui me rappelèrent un curieux animal appelé par Reaumur l'*insecte des limaçons.* Il n'a par lui même rien de singulier; il se confond avec un très grand nombre d'autres petits insectes, et il aurait tout au plus

mérité de fixer l'attention d'un nomenclateur, pour lui donner un nom. Il n'y a que le lieu qu'il choisit pour sa demeure, et d'autres circonstances que je veux faire connaître, qui ont pu engager cet illustre naturaliste à faire son histoire.

Il habite ordinairement les intestins des limaçons; mais ils ne sont pas pour lui son constant domicile, comme pour cette foule de vers trouvé dans les intestins des animaux; il en sort par l'anus, il s'achemine sur la surface du corps du limaçon, il le parcourt avec une prodigieuse rapidité, sans jamais entrer dans la coquille. Reaumur croit pourtant que la sortie de cet insecte hors du limaçon est forcée, et qu'elle est occasionnée par la sortie des excrémens, qui les poussent hors de l'intérieur de cet animal; alors ces insectes se rassemblent çà et là, en attendant que le limaçon ouvre son anus, et dans ce moment ils rentrent dans la cavité des intestins qu'ils ont quittée: ces insectes sont si prodigieusement petits, que plusieurs peuvent rentrer ensemble dans le limaçon par cette voie.

§ LXXXIV.

Il y a plusieurs années, que les observations de ce grand naturaliste m'avaient fait voir et admirer en plusieurs occasions cette petite mais agréable scène. Je la croyais propre aux limaçons, lorsqu'en observant les limaces, et en étudiant ce trou qui ouvre l'entrée à l'air extérieur, je vis ce phénomène § LXXXIII.

J'aperçus non-seulement ces animalcules qui se promenaient autour du trou, mais je remarquai, qu'il y en avait qui y entraient, et d'autres qui en sortaient, et comme suivant l'observation de Rhedi, le canal des intestins s'ouvre un peu au dedans du trou, je pensai, que leur entrée et leur sortie dans ce lieu offraient une sortie, et une entrée pour les intestins; de sorte que comme les limaces ne rendaient pas leurs excrémens par ce trou, ces animalcules entraient et sortaient volontairement, lorsque le trou restait ouvert; mais quand le trou se fermait, alors ils erraient sur le corps

de la limace avec une surprenante vitesse ; j'en ai compté quinze sur quelques - unes dans le même moment. S'ils n'avaient pas été blancs, et s'ils n'avaient pas cheminé sur un fond obscur, qui est la couleur de ces limaces, il aurait été très difficile de les voir à l'œil nu ; ils sont des atômes ou des points de matière, je ne décris pas l'observation que j'en ai faite avec le microscope, parce que Reaumur les a peints avec beaucoup de soin et d'exactitude.

§ LXXXV.

Mais pour revenir à mon sujet, je dis avec Rhedi ce médecin célèbre, que cette espèce de petite bourse qui s'ouvre à la droite du col de la limace est son organe pulmonaire : il est pourtant vrai, qu'elle n'en offre pas la ressemblance ; aussi pour acquérir quelque lumière sur ce sujet difficile, il fallait nécessairement le soumettre à l'expérience.

La première fut de forcer deux limaces à rester plongées dans un vase plein d'eau

et renversé sur son ouverture, dans une assiète pleine d'eau : elles donnèrent d'abord des signes certains de leur mal-aise ; elles manifestèrent des mouvemens furieux, elles montaient sur les parois du vase, elles en descendaient, et cherchaient les moyens de fuir ; mais n'ayant pu réussir, elles tombèrent sur le fond de l'assiète où le vase reposait, et elles y périrent.

L'expérience n'était pourtant pas décisive en faveur des poumons, puisqu'on a les mêmes résultats avec les limaçons quoiqu'ils n'aient pas de vrais organes respirateurs, et puisqu'on les observe de même dans d'autres animaux à qui la nature n'a pas même donné quelque cavité intérieure pour ouvrir une entrée à l'air.

§ LXXXVI.

L'immersion de deux autres limaces dans le gaz hydrogène me parut une expérience moins équivoque ; mais je voulus la faire aussi sur le limaçon livrée, afin d'avoir un objet de comparaison qui pût tre utile. Un séjour de trois heures dans ce gaz tua

les limaces ; le limaçon y vécut dix-huit heures. Cette expérience qui ne diffère pas essentiellement de celle qui est rapportée par le célèbre Vauquelin, prouve que les limaces cessent beaucoup plutôt de vivre que les limaçons, quand on leur ôte la présence du gaz oxygène.

§ LXXXVII.

Il paraît donc qu'à mesure que le gaz oxygène est diminué, la mort est plutôt hâtée pour les limaces que pour les limaçons. Il était facile de le savoir en enfermant les unes et les autres dans l'air commun.

Je plaçai donc un limaçon livrée et de Portugal seuls dans un petit tube plein d'air ; j'avais ainsi plusieurs limaçons et plusieurs petits tubes pleins d'air avec des limaces disposées de même : toutes leurs circonstances furent à tous égards semblables. Le plus grand nombre des limaces périt quelques heures plutôt que les limaçons. J'essayai ensuite chimiquement l'air des tubes, il me parut que dans ceux des limaçons tout l'oxygène avait été absorbé, mais il n'en était

pas de même dans les tubes des limaces ; je trouvai dans plusieurs trois, quatre et même cinq degrés de gaz oxygène, il ne paraît donc pas de là que les limaces absorbent moins d'air que les limaçons.

Si dans des tems égaux, après douze ou quinze heures, par exemple, j'analysais l'air d'un limaçon et d'une limace ; l'absorption était à peu près égale. La cause de cette différence était donc, que les limaces en mourant plutôt cessaient d'absorber l'oxygène que les limaçons continuaient d'absorber parce qu'ils mouraient plus tard.

L'accélération de la mort des limaces dans un milieu privé de gaz oxygène, comme le gaz azote, ou dans un autre milieu, dans lequel le gaz oxygène s'absorbe toujours, tel qu'est l'air atmosphérique, offrait pourtant dans ces animaux une preuve plausible de l'existence de leurs poumons, ou au moins d'un organe analogue.

§ LXXXVIII.

J'AI dit dans le précédent paragraphe que plusieurs limaces mises dans l'air commun

cessaient d'y vivre, quoiqu'il y restât quelques degrés de gaz oxygène. J'ai voulu remarquer ainsi, que l'observation n'était pas générale, parce que j'avais vu plus d'une fois que l'air où une limace était périe fraîchement, versé dans un eudiomètre, après avoir été débarrassé de son gaz acide carbonique y montait pourtant au-dessus de vingt degrés, d'où il résultait que l'oxygène avait été tout absorbé. Ici le mot *tout* doit s'entendre avec une certaine latitude, comme je l'ai entendu pour les limaçons, c'est-à-dire, que les limaces absorbent tout l'oxygène que le phosphore peut absorber, quoique l'absorption ne soit pas rigoureusement complète. Aussi cet air que l'eudiomètre de Giobert fait croire absolument dépouillé de gaz oxygène, lorsqu'il est essayé par le gaz nitreux souffre encore une diminution de volume; ce qui démontre qu'il contenait encore du gaz oxygène.

Pour ce qui regarde le gaz azote contenu dans l'air commun, je dirai que dans ces expériences il n'y en a point eu d'absorbé, mais qu'au contraire, il y en a eu quelques

degrés qui ont été produits ; je douterai même qu'il ait paru après la mort des limaces, parce qu'il est très difficile de savoir le moment précis où elles cessent de vivre dans les vaisseaux clos.

§ LXXXIX.

Si l'on enferme dans l'air commun des limaces mortes, tout l'oxygène est absorbé, mais dans un tems beaucoup plus long que lorsqu'elles sont errantes, et quand on fait l'expérience sur les limaces vivantes, il y a une petite quantité de gaz acide carbonique produit ; mais il n'y a point ou très peu de gaz azote détruit ; tandis que dans ces expériences faites sur les limaces mortes, la production de ces deux gaz est très considérable.

§ XC.

Je fus curieux de voir ce qui arriverait au gaz oxygène pur, où l'on renfermerait quelques vers en partie vivans, et en partie morts, mais ces expériences se lient à

d'autres semblables faites dans l'air commun. Je pris pour cela quatre petits récipiens. Le premier renfermait une limace en vie dans l'air commun; le second, une autre limace en vie dans le gaz oxygène ; le troisième, une limace morte dans l'air commun; une autre limace morte dans le gaz oxygène. Je tâchai de réunir la plus rigoureuse ressemblance dans toutes les circonstances, et au bout de vingt-huit heures je vis les effets suivans :

	Gaz oxygène absorbé.	*Gaz acide carboniq. prod.*	*Gaz azote produit.*
Limace en vie dans l'air comm.	18	6	0
—— morte dans l'air comm.	13	11	14
—— en vie dans le gaz oxyg.	42	14	0
—— morte dans le gaz oxyg.	27	15	10

§ XCI.

J'ai répété ces expériences en divers tems sur quatre autres espèces de limaces, *limax ater*, *albus*, *flavus*, *maximus* de Linné, et elles m'ont fait remarquer les mêmes phénomènes. 1.° Qu'elles ont comme la limace terrestre, cette petite bourse, ou ce canal découvert par Rhedi : on doute si elle est un organe pour la respiration. 2.° Qu'elles absorbent tout le gaz oxygène de l'atmosphère, et qu'elles ne peuvent vivre sans lui. 3.° Que leur mort n'empêche pas la continuation de l'absorption de l'oxygène.

§ XCII.

Je finirai ces recherches en tâchant de répondre à une question qu'on pourrait me faire. Le gaz oxygène ayant été décomposé par les animaux, le calorique doit rester libre, par conséquent le calorique en se communiquant avec le sang, doit produire et conserver la chaleur animale. Cette chaleur plus ou moins supérieure à celle de l'atmosphère est propre aux animaux qui

ont de vrais poumons comme l'homme ; les oiseaux, et les quadrupèdes que nous appelons *animaux à sang chaud.* On n'observe pas une chaleur semblable dans cet autre ordre d'êtres vivans, que l'on appelle *animaux à sang froid.* La cause de cette température qui est peu ou point supérieure à celle de l'air ambient, où ces animaux sont placés, dérive sans doute de leur lente décomposition du gaz oxygène. Tels sont les limaçons, les limaces ; mais lorsque ces animaux sont confinés dans des vaisseaux clos, et qu'ils absorbent l'oxygène, comme on le voit par l'élévation du mercure, ne se fait-il pas un développement du calorique qui peut être rendu sensible pour nous, ne se rendrait-il pas au moins sensible au thermomètre ? C'est probablement la question qu'un lecteur philosophe ne manquerait pas de m'adresser. Je me l'étais bien faite, et je cherchai les moyens d'en avoir la réponse ; je me pourvus d'un thermomètre très sensible que je plaçai dans les vaisseaux qui renfermaient ces animaux. Voici ce que je pus remarquer.

Quand

Quand j'avais isolé dans l'air commun une limace, ou un limaçon, le thermomètre restait stationnaire ; mais je le voyais monter de $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{7}$ et même $\frac{1}{5}$ de degré, lorsque je réunissais plusieurs individus pendant le même tems dans le même vase. Si j'employais le gaz oxygène, quelquefois alors un seul individu a fait monter le mercure du thermomètre de $\frac{1}{12}$ de degré, et même davantage; mais il s'élevait encore plus, s'il y avait un plus grand nombre de ces animaux dans le même vase ; il montait alors quelquefois jusques à $\frac{1}{3}$ de degré. Un second thermomètre placé dans le voisinage des tubes, m'assurait que l'observation était exempte d'erreur. L'élévation successive du mercure dans les vases, et par conséquent la décomposition du gaz oxygène, et le développement du calorique était proportionnel au nombre des animaux. Cette élévation est aussi plus rapide dans le gaz ogygène que dans l'air commun ; parce que l'absorption dans le premier cas était dans le même tems beaucoup plus considérable.

§ XCIII.

Les conséquences déduites des expériences précédentes sont :

1.° Les limaçons de Portugal n'ont pas de vrais organes pour la respiration.

2.° L'air commun, renfermé par leur couvercle au dedans d'eux, n'a pendant tout l'hiver aucune communication avec l'air extérieur.

3.° Pendant cet intervalle de tems, cet air n'est point décomposé par les limaçons, mais ils éprouvent une grande perte de poids.

4.° La décomposition de l'air commence quand les limaçons sont prêts à rompre leurs couvercles.

5.° Ces limaçons comme leurs coquilles absorbent le gaz oxygène de l'air avec une petite partie de gaz azote.

6.° L'absorption de l'oxygène, celle de l'azote et la production du gaz acide carbonique sont plus rapides lorsque ces animaux sont nus, que lorsqu'ils sont revêtus de leurs coquilles.

7.° Ces limaçons morts absorbent plus

lentement l'oxygène de l'air que ceux qui sont en vie ; mais l'absorption est beaucoup plus grande dans le gaz oxygène que dans l'air.

8.° Il y a des raisons pour croire que le gaz acide carbonique qui paraît toujours plus ou moins dans les expériences sur les limaçons est plutôt le produit de cet acide préexistant dans ces animaux, que celui de la combinaison de l'oxygène avec leur carbone.

9.° Les limaçons terrestres d'autres espèces présentent des résultats tout-à-fait analogues à ceux qui ont été racontés jusques à présent.

10.° L'absorption de l'oxygène s'opère par les coquilles des œufs des oiseaux comme par les coquilles des limaçons.

11.° Les limaces ont un organe analogue à celui des poumons.

12.° Ces limaces meurent plus vite dans le gaz hydrogène que les limaçons livrées et de Portugal.

13.° Ces limaces en vie n'absorbent pas toujours tout l'oxygène de l'air, mais dans

ces absorptions partielles, ou entières de l'oxygène, elles laissent le gaz azote sans diminution.

14.° Les limaces mortes absorbent le gaz oxygène de l'air plus lentement, que lorsqu'elles sont en vie, et l'absorption est alors plus lente que dans l'air commun et dans le gaz oxygène.

15.° Les limaces *noire*, *blanche*, *jaune*, et *la plus grande noire*, quoiqu'elles n'aient pas les organes de la respiration, absorbent pendant leur vie, et après leur mort, le gaz oxygène sans lequel elles ne sauraient vivre.

16.° Les limaçons et les limaces, en décomposant le gaz oxygène, produisent un développement de calorique suffisant, pour être observé par le thermomètre.

DE LA

RESPIRATION

DES

TESTACÉES AQUATIQUES.

SECOND MÉMOIRE

CHAPITRE PREMIER.

Helix vivipara Lin. HÉLICE VIVIPARE.

§ I.er

LES animaux sur lesquels j'ai fait mes expériences précédentes étaient tous terrestres, ils existaient tous au milieu de l'air; mais dans cet ordre d'êtres vivans, parmi ceux-là même qui ont des coquilles calcaires, il y en a un nombre infiniment plus grand qui habite les eaux douces des fleuves, des étangs des lacs, et les eaux salées. J'ai

démontré que les testacées terrestres boivent pour ainsi dire l'oxygène répandu dans l'atmosphère, et qu'ils périssent quand ils en sont privés ; mais ces testacées aquatiques absorbent - ils de même l'oxygène répandu dans les eaux ? Cette absorption est - elle aussi nécessaire à leur existence qu'à celles des testacées terrestres ? Si la respiration, quelle qu'elle puisse être dans les différentes espèces d'animaux, est pourtant une fonction essentielle pour tous les êtres vivans ; on ne saurait douter que la nature ne l'ait aussi soumise aux mêmes loix pour les habitans des eaux : cependant il faut avouer qu'on n'a point sur ce sujet de preuves directes, et que nos idées n'ont d'autres appuis que ceux de l'analogie.

Ce sujet est pourtant beau, il est curieux et d'une grande importance pour l'économie animale ; tels sont les motifs qui m'ont engagé à étudier les limaçons aquatiques dans ce but, après avoir étudié de cette manière quelques limaçons terrestres. Les marais de Pavie m'ont fourni trois crustacées d'eau douce.

§ II.

Le premier fut le *limaçon vivipare*, *Helix vivipara Lin.* Plusieurs raisons pouvaient m'engager à l'observer. Il ne pond pas des œufs, mais il accouche de petits limaçons; je remarque à cette occasion, que je n'ai pas su reconnaître dans d'autres animaux placés comme les testacées dans les derniers anneaux de la chaîne animale le fait suivant qui leur est particulier. Tous ces êtres ovipares, ou vivipares ont une saison déterminée pour accoucher de leurs petits, ou pour pondre leurs œufs. La nature a fixé aux uns pour cette opération le printems, aux autres l'été, ou l'automne, pour quelques-uns même l'hiver; mais ceux qui se multiplient dans deux saisons sont très rares. Cependant je puis assurer que ces limaçons dont je parle donnent naissance dans tous les tems à leurs petits. J'en ai eu pendant plusieurs années dans ma maison : je les conservai dans de très grands vases pleins d'eau recouvrant un fonds de la terre fangeuse, dont

ils se nourrissent, et je voyais de nouveaux petits limaçons paraître sur cette fange en hiver, comme dans les trois autres saisons, mais au printems on en voyait un plus grand nombre.

L'anatomie de ces animaux fortifie la solidité de cette observation; si l'on coupe avec adresse le corps d'un de ces limaçons, on trouve que sa matrice est un canal qui s'ouvre en dehors, qui contient un nombre plus ou moins grand de fœtus: ceux-ci sont autant de petits limaçons aussi bien formés que leurs mères, qui les nourrissent dans leur sein. Il y a tel limaçon où l'on voit ainsi quinze petits, d'autres en ont vingt-cinq; j'en ai compté trente-cinq dans un troisième; enfin dans l'un d'eux j'en ai trouvé soixante et dix. Les plus gros sont pour l'ordinaire dans la région la plus basse de la matrice, comme étant les plus mûrs, les plus prêts à paraître.

Si l'on tire ces petits de l'uterus, et si on les transporte dans un verre plein d'eau, d'abord ils y gagnent le fond, parce qu'ils sont spécifiquement plus pesans; mais ensuite,

ce n'est pas sans surprise qu'on les aperçoit sortir de leur coquille avec leurs cornes qui pointent sur leurs têtes, ramper sur le fond du verre, gravir ses parois, et venir à la surface de l'eau. Ces limaçons étaient donc parvenus à leur maturité, et ils étaient par conséquent sur le point de voir le jour. J'en eus une preuve incontestable, en observant quelques-uns de ces fœtus tirés du sein de leur mère par une espèce d'opération césarienne, se développer dans les vases où je les plaçai.

§ III.

Mais cette scène curieuse n'est pas finie. Quand l'œil observe les parties plus élevées de la matrice, on voit les fœtus se rapetisser graduellement, et enfin ce ne sont plus des fœtus, mais des œufs transparens, où l'on peut distinguer les fœtus eux-mêmes avec la plus grande netteté. Ils y étaient en partie hors de la coquille qui était déjà formée ; on les voyait nageant dans une liqueur qui leur servait de nourriture dans ces premiers tems ; mais ces œufs d'une forme

globulaire, et revêtue d'une membrane subtile sous la coquille, étaient de différentes grosseurs; les plus petits observés sous le microscope laissaient apercevoir déjà le petit animal comme un point de matière organisée, mais on ne remarquait pas encore sa coquille.

J'appris donc que ces petits limaçons dont les grands accouchaient, naissaient d'un œuf couvé daus le sein de la mère.

Cette observation est précieuse, puisqu'elle montre qu'un animal appelé vivipare, parce qu'il met au jour des petits, devait s'appeler d'abord ovipare, puisque ces petits sortent originairement d'un œuf qui éclôt dans la matrice. Aussi comme l'adresse des anatomistes a découvert d'autres animaux semblables sous ce point de vue à ceux-ci : l'analogie peut faire croire que les animaux vivipares considérés dans leur généralité tirent dans leurs premiers commencemens leur origine d'un œuf.

§ IV.

Pour satisfaire non-seulement ma curio-

sité, mais pour exciter encore celle de mes disciples dans mes cours publics, j'ai ouvert un très grand nombre de ces limaçons, et je puis assurer que je n'en ai jamais trouvé un seul qui ne renferma des petits dans l'uterus. Ce qui me fit fortement soupçonner que cette espèce était hermaphrodite, comme divers limaçons terrestres. Mais si cet hermaphroditisme est vrai, l'est-il à rigueur, c'est-à-dire, un de ces limaçons peut-il se passer du secours d'un autre limaçon de son espèce pour se multiplier, comme les polypes d'eau douce, et plusieurs autres vers? Ou bien cet hermaphroditisme est-il moins rigoureux, et suppose-t-il l'union de deux individus pour être fécond, comme on le voit dans les limaçons terrestres? Cependant on observe les deux sexes dans chaque individu de ces derniers limaçons et dans leur union; chacun donne et reçoit, féconde et se trouve fécondé; c'est en vain pourtant qu'on cherche ces deux sexes dans les limaçons vivipares; faut-il donc croire que ces limaçons soient de vrais hermaphrodites?

Pour être tels, il faudrait qu'ils ne s'ac-

couplassent pas, et que chaque individu eût en lui-même la faculté de reproduire son espèce. Dans les visites fréquentes que j'ai faites à ces limaçons pour étudier leurs mœurs, lorsqu'ils étaient dans une eau claire et peu profonde, j'ai toujours été très attentif, surtout au printems et en été, à observer s'il y en aurait qui fussent accouplés, comme on voit fréquemment alors les limaçons terrestres; mais j'ai toujours vu ces limaçons vivipares séparés l'un de l'autre; cela ne m'assurait pas pourtant qu'ils fussent hermaphrodites, parce qu'il était très possible qu'ils s'accouplassent pendant mon absence.

Je pensai donc à faire une expérience décisive. Elle consistait à tirer de l'utérus quelques limaçons en vie, et de les placer dans de petits creux pleins d'eau, de manière qu'il n'y en eût qu'un seul dans chaque creux : j'en fis faire six près de Pavie, dans un lieu toujours baigné par des sources souterraines, et qui après avoir été creusé pouvait être toujours pleins pendant toute l'année. Au printems les creux furent remplis aux trois

quarts de leur profondeur ; je plaçai dans chacun un seul de ces petits limaçons tirés de la matrice dans le moment même. Au bout de trois mois je fis vider les six creux, et dans chacun je trouvai le seul limaçon que j'y avais mis, ils avaient pris de l'accroissement. Je fis remplir de nouveau les creux, et j'y replaçai les petits limaçons ; je répétai ces visites, et l'année suivante ces limaçons avaient doublé en volume, mais il n'y en avait plus que quatre. Je pensai que les autres deux étaient péris, car il n'était pas croyable qu'ils se fussent enfui par terre, parce qu'ils séjournent toujours dans l'eau. Dans la seconde année, les limaçons avaient cru à proportion, et au commencement de la troisième année ils étaient réduits à deux, mais ceux-ci me donnèrent la solution du probléme.

Dans le fond des deux creux qui avaient servi d'habitation à ces deux limaçons, je trouvai trois petits limaçons dans un de ces creux, et quatre dans l'autre ; mais ayant rompu la coquille des deux gros limaçons ; j'observai dans leur matrice la progression

décroissante de leurs petits, comme je l'avais observée auparavant dans les autres; j'y remarquai même des œufs encore plus petits que ceux que j'avais vus précédemment.

Puis donc que chacun de ces limaçons avait été constamment isolé, et par conséquent séparé de tout autre; il était bien démontré que cette espèce multiplie sans accouplement, et par conséquent qu'elle est rigoureusement hermaphrodite; et je ne crois pas qu'on ait encore trouvé cette propriété dans d'autres limaçons congénères terrestres, ou aquatiques.

§ V.

Enfin je raconterai une autre singularité de ce limaçon, découverte par Swammerdam, et que j'ai eu l'avantage de confirmer. Cet excellent anatomiste, qui a si bien écrit sur le limaçon vivipare, mais qui ignorait comment il se multipliait, était étonné de trouver dans son corps une quantité prodigieuse de globules cristallins et pierreux,

les uns logés sous le collier, les autres dans la bouche et dans les cornes, les autres dans la matrice, les autres ailleurs; mais le lecteur aimera mieux lire la description même du naturaliste hollandais.

« En ouvrant la saillie qui se présente,
» lorsqu'on coupe le limbe, ou collier de
» ce limaçon, on aperçoit qu'il est com-
» posé d'un amas de petits globules égaux,
» transparens, cristallins, d'une nature
» pierreuse; ils font un petit bruit sous le
» tranchant des instrumens. Les cornes, la
» partie supérieure de la bouche, et plu-
» sieurs autres parties du corps de cet ani-
» mal sont de la même nature, et craquent
» sous les dents, comme les grains de sa-
» ble. Cette matière fait une grande effer-
» vescence avec l'acide sulfurique. Dans les
» cornes ces grains cristallins sont tellement
» serrés, qu'ils n'ont presque pas la place
» nécessaire pour se loger.

» Le canal de la matrice me semble éga-
» lement composé de grains cristallisés aussi
» nombreux et aussi serrés; ils sont ordi-
» nairement disposés comme ceux des cor-

» nes de la peau, et de cette saillie tor-
» tueuse. »

Swammerdam paraît être dans le plus grand étonnement, lorsqu'il ajoute: « Il est vraiment
» très surprenant de voir toutes ces parties
» dures et pierreuses qui sont mobiles et
» flexibles, il ne l'est pas moins d'observer
» comment l'animal peut les contracter, les
» étendre, les développer, les faire rentrer
» dans son corps par le moyen des muscles
» et des tendons insérés dans ces parties,
» et comment les nerfs, les veines, et les
« artères peuvent se distribuer au milieu de
» ces corps. »

§ VI.

Quoiqu'il y ait long-tems que cette découverte soit publique ; puisque la *Biblia naturæ* de Swammerdam où on la lit fut imprimée en 1737 ; cependant je ne connais personne qui se soit occupé à revoir ce phénomène, et je n'ai lû aucun écrivain qui en parle. Peut-être que l'étonnante singularité de ce fait bizarre a rendu insouciant pour l'étudier, et l'a fait tomber dans l'oubli, parce

parce qu'on n'a pas imaginé sa possibilité. On met aisément en doute certaines découvertes qui ont l'air d'un paradoxe ; on les rejette même d'abord, lorsqu'elles ne sont pas confirmées par d'autres ; parce qu'elles ne s'arrangent pas avec les connaissances qu'on peut avoir acquises. J'en ai eu la preuve pour les reproductions de la tête coupée aux limaçons, des jambes et de la queue des salamandres, des fécondations artificielles opérées sur divers animaux, et en particulier sur quelques quadrupèdes, comme pour l'aveuglement des chauve-souris, qui volent avec autant de précision, quand elles sont privées de leurs yeux, comme lorsqu'elles les ont ; et peut-être qu'à présent toutes ces découvertes seraient douteuses, peut-être même qu'on les nierait, si elles n'avaient pas été répétées dans toutes les parties de l'Europe, par les physiciens les plus dignes de foi. Il ne fallait pourtant pour répéter et vérifier les observations de Swammerdam, que de bons yeux, de bonnes lentilles, et une certaine manipulation de l'anatomie subtile.

§

§ VII.

Je tuai quelques-uns de ces limaçons, afin de pouvoir les étudier plus aisément. Je plaçai d'abord les cornes sous une lentille; cette espèce n'en a que deux, l'autre paire est si courte qu'elle est à peine visible.

D'abord je ne vis que la substance animale, c'est-à-dire, la peau, les fibres charnues, les membranes ; mais avec une pointe d'acier fort aiguë, j'ouvris ces parties, et en les tiraillant doucement avec de petites bruselles, j'aperçus bientôt des points cristallins, durs, résistans au fer; je les reconnus pour ceux de Swammerdam, leur nombre était très considérable.

Je tirai ces corps de leur place naturelle, je les mis sur le porte-objet; la plupart avait une figure orbiculaire, allongée, ils ressemblaient pour la grosseur à des grains de sable.

Je fis tomber sur eux une goutte d'acide nitreux, et ils furent d'abord dissous avec effervescence; j'en conclus qu'ils étaient des particules de carbonate calcaire.

nombre de grains durs et pierreux peuvent conserver leur grande souplesse. J'observerai donc que ces grains sont placés de manière qu'ils ne forment jamais un tout lié, qui sépare une partie de l'animal des autres; mais comme ils sont disséminés à des distances régulières, les fonctions de l'animal n'en sont pas altérées.

§ X.

Mais comment s'est formé ce ramas si grand de petits grains calcaires dans le corps de cette espèce de limaçons; quelle en est l'origine? L'explication ne m'en paraît pas difficile. Il est certain que cette matière est essentiellement la même que celle qui forme la partie inorganique des coquilles, seulement elle est plus pure, elle est comme le carbonate calcaire cristallisé, le spath calcaire est plus pur que le carbonate qui n'a point de forme déterminée.

On sait que la partie calcaire qui entre dans la formation des coquilles, se filtre auparavant dans le corps de l'animal; si

cette partie calcaire n'est pas trop abondante, elle sera toute employée pour la coquille, mais si elle surabonde, alors cette partie surabondante restera dans le corps de l'animal, en se fixant dans les places où elle pourra le mieux rester sans lui nuire. La production des perles répand du jour sur cette explication. On sait que cette belle production naturelle se trouve non-seulement adhérente à la coquille de certains coquillages; mais qu'elle se rencontre quelquefois dans le corps de l'animal. Dans le Bosphore de Thrace près de Terrapia et de Constantinople, je faisais pêcher des coquillages dont les animaux renfermaient souvent de petites perles; pour l'ordinaire elles étaient d'autant plus petites qu'elles étaient plus nombreuses. Il est bien connu que leur production comme celle des belles perles est l'effet de l'abondance de la liqueur destinée à la production de la coquille; alors cette liqueur, au lieu de former de petits dépôts quelques parts, en vertu de quelques circonstances qui les déterminent, se dépose quelquefois dans l'intérieur de l'animal. On

peut donc dire la même chose des globules cristallins de notre limaçon, puisqu'ils sont au fond de la même nature que les perles, étant tous les deux des carbonates calcaires.

§ XI.

Les eaux de quelques fleuves, celles de plusieurs étangs, lacs et fossés, sont presque toutes peuplées par ce limaçon vivipare; de sorte qu'on peut dire qu'ils sont répandus dans toute l'Europe.

La figure de la coquille est grossièrement conique; celle de l'ouverture est à peu près orbiculaire; cette ouverture est parfaitement fermée par son couvercle, lorsque l'animal y est retiré.

Le couvercle diffère essentiellement des autres couvercles congénères. Il n'est ni membraneux, ni calcaire, mais d'une substance semblable à celle de la corne, ou plutôt à celle des ongles, dont elle a l'élasticité et l'odeur quand on la brûle. Il est toujours attaché fortement à la partie inférieure du corps de l'animal vivant, qui peut le pousser

quand il lui plaît, pour sortir de sa coquille lorsqu'il veut ramper pour chercher sa nourriture; il peut de même retirer ce couvercle pour l'enfermer dans sa coquille, en l'appliquant sur l'ouverture; alors il lui sert de défense contre les accidens extérieurs.

Aux approches de l'hiver, ou aux premières blanches gelées de l'automne, ces limaçons quittent les lieux où les eaux sont les plus basses, et ils se retirent dans ceux-ci où elles sont les plus profondes; ils y restent immobiles pendant tout l'hiver. Au commencement du printems ils sortent de ces retraites, et ils errent d'abord lentement, pour chercher leur nourriture sur le fond de ces lieux couverts d'eau, d'où ils ne sortent jamais pour habiter les lieux qui n'en sont pas inondés.

§ XII.

SWAMMERDAM dit que ce limaçon nage renversé sur l'eau, en allongeant, c'est-à-dire, en élargissant la partie inférieure du corps, appelée par ce naturaliste et par tous les autres *le pied* du limaçon: celui-ci donc

pendant que le limaçon nage est tourné en haut, et à cet égard l'anatomiste hollandais compare le limaçon vivipare à un autre limaçon aquatique, qu'il appelle *commun*, parce qu'il nage de la même manière.

Cette façon de nager à fleur d'eau ayant un rapport direct avec la respiration, je ne devais pas négliger de l'observer sur les lieux. Ce limaçon ne m'était pas inconnu, lorsque j'étais professeur de philosophie à Modène; il était très abondant dans les fameuses fontaines qu'on voit autour de cette ville, et j'en parle dans la Préface de ma traduction italienne de la *Contemplation de la nature*, comme d'un animal qui pourrait réparer sa tête quand on l'aurait coupée, comme j'avais réussi à le voir déjà sur quelques limaçons terrestres. Depuis ce moment j'observai ce limaçon, mais ce n'était pas relativement à la respiration, je ne pensais pas alors à m'occuper de ce grand problème; mais j'étais curieux de suivre ses habitudes naturelles, et surtout sa manière de se tenir sur l'eau et de nager.

Je voyais toujours ces limaçons se traîner

lentement sur ces fonds boueux, sans les voir nager; tandis que les limaçons communs se tenaient toujours sur l'eau. Pendant mon séjour à Pavie, où pendant vingt-huit ans, il n'y a point eu d'été que je n'aie retiré de ces eaux stagnantes les limaçons vivipares pour faire les expériences dont j'ai parlé § IV; j'employais toujours un petit filet pour les retirer du fond, et je ne les ai jamais vu nager. De sorte que comme parmi un nombre si prodigieux de ces limaçons, je n'ai pu en voir un seul nageant comme Swammerdam le raconte; je suis forcé d'avoir un avis différent du sien : d'ailleurs, l'exemple du limaçon commun qui nage de la manière décrite par Swammerdam est une preuve que le limaçon vivipare ne saurait nager comme il l'a dépeint. Le premier, comme Swammerdam l'observe, a dans son limbe un tube qui lui sert à inspirer et à expirer l'air, quand il le fait sortir de l'eau; la cavité de son corps remplie d'air le rend plus léger que l'eau; de sorte qu'il est forcé de surnager; mais le limaçon vivipare n'a point cette organisation, comme on l'apprend par son

anatomie faite par cet auteur, et quoique le limbe de ce limaçon ait plusieurs ouvertures pour recevoir l'air, il n'y entre pas avec assez d'abondance pour prendre une gravité spécifique moindre que celle de l'eau; par conséquent, si l'un de ces limaçons sorti de sa coquille, et après avoir aspiré l'air, surnage, l'autre sur-le-champ doit aller à fond.

§ XIII.

L'ORGANE destiné à la respiration de l'air est, suivant Swammerdam, composé de certains appendices, dont on en voit cinq qui paraissent sous le limbe sans ouvrir l'animal; les autres qui sont beaucoup plus nombreux ne deviennent visibles qu'après son ouverture, et se trouvent adhérens dans la longueur du rectum. Ces appendices sont membraneux, et Swammerdam croit qu'ils sont des branchies, parce qu'ils ont une structure et une position analogues à celle de divers animaux aquatiques. Cependant comme il ne donne aucune preuve directe de cette assertion, je voulus la chercher, en faisant attention à l'effet qu'on observe dans le voi-

sinage des vraies branchies. On y remarque un mouvement plus ou moins périodique et constant de l'eau portée aux branchies, et repoussée ensuite par elles. C'est ainsi que les poissons opèrent, lorsque l'eau entre dans les branchies par cette ouverture, et qu'elle en sort. Enfin pour me prévaloir de l'exemple des animaux placés dans l'ordre de nos limaçons, on observe un mouvement analogue dans deux moules dont je parlerai dans le Chapitre suivant.

§ XIV.

Je devais donc rechercher si j'observerais le même phénomène dans ces limaçons. Il est évident que pour en venir à bout, je devais placer un limaçon de manière qu'il fût sorti de sa coquille, afin de pouvoir le regarder facilement. Pour y réussir, je n'avais qu'à le vouloir; il me suffisait de laisser tomber au fond d'un tube un limaçon fraîchement pêché, il ne tardait pas à sortir et à ramper sur le verre avec tout le développement de son pied; il y restait attaché par

les plus experts dans la découverte des parties les plus petites des animaux, de se tromper sur leurs usages, parce que ces parties n'étant pas encore assez bien connues, ils sont forcés d'en deviner l'emploi. Ainsi Rhedi, en décrivant les parties internes des limaces domestiques, donne le nom de vaisseau spermatique à cette partie que Swammerdam appelle la matrice ; et qui sait si tous les deux ne se sont pas trompés, quoique ces deux anatomistes soient certainement du premier ordre.

§ XVI.

Je devais donc exclure les branchies de ces limaçons vivipares, et tout autre organe qui en aurait pu faire les fonctions pour attirer l'eau et la rejeter ; mais comme c'est une opinion presque commune, qu'à chaque inspiration de l'eau, si l'on peut s'exprimer ainsi, les branchies absorbent une portion d'oxygène que l'eau recèle, devrions-nous donc croire que la vie de ces animaux n'a pas besoin de ce secours ?

Pour éclaircir cette difficulté, je forçai quelques-uns de ces limaçons à rester plongés dans l'eau sur laquelle, il y aurait une quantité donnée d'air commun.

Je pensai que s'il y avait une absorption d'oxygène dans l'eau, l'oxygène de l'air y descendrait, puisqu'il communiquait avec elle, et puisque j'imaginai qu'il devait y avoir entr'eux un certain équilibre : par conséquent l'oxygène de l'air devait diminuer, en raison de l'absorption qui serait faite de celui qui était dans l'eau.

Dans ce but, je renfermai dans un tube à moitié plein d'eau six limaçons. Une petite pierre liée à un fil, auquel les six limaçons étaient attachés, les empêchait de venir toucher l'air à la surface de l'eau. Le volume de l'eau et par conséquent celui de l'air était d'environ onze pouces, je les laissai septante-deux heures dans cette situation ; la température était entre trois et quatre degrés ; ils y restèrent plus ou moins hors de leurs coquilles, et ils étaient tous en vie quand je les retirai hors du vase.

La proportion des gaz azote et oxygène

resta

resta la même dans cet air renfermé que dans l'air libre ; il parut donc, suivant mes conjectures, que les limaçons n'avaient point absorbé d'oxygène.

Cette expérience n'avait pourtant rien de décisif à cause de la basse température qui avait alors régné pendant l'expérience ; parce que nous avons vu qu'elle rendait les limaçons terrestres incapables d'une semblable absorption, quoiqu'ils soient très propres à la produire quand la température est moins froide.

§ XVII.

Vers le milieu du mois de Mars suivant, le thermomètre étant à onze degrés, je répétai l'expérience de la même manière avec six limaçons vivipares, et je les laissai dans le tube pendant quatre-vingts heures ; mais alors la diminution du gaz oxygène reposant sur l'eau fut sensible : elle était seulement de trois degrés ou 0, 03. Je finis cette recherche, en renouvelant cette expérience au mois d'Août, le mercure du thermomètre était alors monté à 21°, mais pendant

quatre-vingts heures la diminution du gaz oxygène alla jusqu'à 0,05 ; les limaçons, après chacun de ces trois essais, continuèrent à vivre.

J'avais pourtant un scrupule qui était fondé sur le soupçon, que le gaz oxygène de l'air atmosphérique était absorbé très lentement par l'eau ; ce que j'avais démontré pour le gaz oxygène pur en contact avec l'eau (*a*), mais je reconnus ce soupçon insuffisant, au moins quant à mon but, puisqu'à la température de 21 et 22°, l'air resté sur l'eau pendant quatre-vingts heures dans un tube semblable sans limaçons, avait perdu environ 0,01 de son gaz oxygène ; tandis qu'avec les limaçons, il avait perdu 0,05. Cette perte provenait donc des limaçons, et l'on ne pouvait l'expliquer qu'en supposant, que la quantité d'oxygène perdu avait été absorbée par l'eau, à l'occasion de son absorption produite par ces testacées.

Mais comme ces animaux sont sans bran-

(*a*) *Chemico Esame degli esperimenti del Signor Gotling, Modena* 1796.

chies, et sans organes analogues pour la respiration ; on est forcé d'en conclure, que la peau du corps de ces animaux est destinée à remplir cet office.

Il est donc prouvé, que quoique le constant séjour de ces limaçons soit l'eau, ils ont pourtant besoin comme les testacées du gaz oxygène atmosphérique: cependant malgré cette preuve et celles que je rapporterai encore, je crains que l'erreur ne puisse se cacher à nos yeux, en négligeant une précaution, qui semble en apparence tout-à-fait inutile.

Les limaçons de cette espèce qui habitent les eaux croupissantes des petits marais, et de quelques fossés, ont presque tous leurs coquilles revêtues d'une foule de petites plantes vertes qui sont microscopiques, et qu'il est presque impossible d'en détacher. Celles qui sont habitées dans le fond des fleuves ont au contraire leurs coquilles polies et lisses, on n'y remarque, que quelques zones transversales et noirâtres, qui sont recouvertes dans les limaçons d'eaux mortes de cette végétation très abondante.

Il était possible, que cette matière pût produire quelque altération chimique, soit dans l'eau soit dans l'air, suivant les circonstances, lorsque les limaçons y étaient enfermés. De sorte que je pensais d'employer à de nouvelles expériences les limaçons du Tesin, dont les coquilles étaient parfaitement débarrassées de toute espèce de substances étrangères.

§ XVIII.

Il résultait de l'expérience précédente, que ces limaçons ne pourraient vivre dans un milieu entièrement privé de gaz oxygène, ce résultat est prouvé par le fait. L'eau qui remplissait la moitié du tube de ma nouvelle expérience avait été privée, autant qu'il m'avait été possible, par l'ébullition et par la pompe pneumatique, de tout l'air qu'elle pouvait contenir; l'autre moitié du tube était remplie de gaz azote. J'y plaçai six limaçons du Tesin : je renfermai dans un autre tube six autres limaçons; mais l'eau que j'employai était tirée d'un puits, et l'air

placé au-dessus d'elle était l'air commun. Dans ce dernier tube, les limaçons vivaient encore au bout de sept jours, et la consommation du gaz oxygène était de 0,06, tandis que dans le premier tous les limaçons périrent au bout de trois jours.

§ XIX.

Quoique ces limaçons soient habitans des eaux, il semble cependant, qu'ils ne refusent point d'exposer quelques parties de leur corps à la pression de l'air : aussi quand ils sont enfermés dans des vases, ils cherchent presque toujours d'atteindre le sommet de l'eau, jusques à ce qu'ils puissent en faire sortir quelque partie de leur corps, et ils demeurent alors long-tems dans cette position § XV. Il est vrai que ce n'est pas toujours leur habitude dans les eaux où ils naissent et où ils multiplient. Les vases d'eaux sont pour eux une prison, dont ils cherchent à sortir, et pour cela ils cherchent la sommité de l'eau qui touche l'air; mais il est pourtant vrai que, quoique ces limaçons

ne sortent point des marais, des étangs, des fossés, ou des fleuves, ils se transportent pourtant sur leurs bords, où il y a à peine une lame d'eau, où ils ont une partie de leur corps hors de l'eau, et où ils paraissent se plaire à recevoir cette influence de l'air ; ne paraît-il donc pas qu'une continuelle immersion dans l'eau leur peut être nuisible, parce qu'elle ne leur fournit pas assez d'oxygène, et qu'ils s'exposent à l'air pour en absorber davantage ? N'est-il pourtant pas vrai aussi, que lorsque ces limaçons sont un peu hors de l'eau ils boivent une plus grande quantité de ce principe vital, que quand ils sont plongés entièrement dans l'eau ? Cela est croyable, mais je voulais encore que cette croyance fût établie sur un fait.

§ XX.

Je mis donc dans un tube à moitié plein d'eau et à moitié d'air commun, mais renversé sur l'eau, six limaçons vivipares, que je laissai libres, afin qu'ils pussent gagner

la sommité du vase ; et comme les comparaisons dans le long cours de mes expériences étaient nécessaires pour en tirer avec solidité quelques conclusions, je répétai dans le même tems cette expérience avec six autres limaçons retenus au fond du tube par un poids. Les six premiers montèrent jusques à la ligne qui séparait l'eau de l'air, et suivant leur coutume ils firent surnager une petite partie de leurs corps ; cependant dans cette expérience on les vit de la cime de l'eau en gagner le fond. Ces deux tubes restèrent dans cet état pendant cinq jours et au commencement du sixième, je fis l'analyse de l'air qu'ils contenaient ; les douze limaçons étaient toujours en vie.

L'air des six limaçons qui avaient toujours été plongés dans l'eau avaient perdus cinq $\frac{1}{2}$ centièmes de gaz oxygène, l'air de ceux qui avaient pu venir à fleur de l'eau en avaient perdu $\frac{2}{100}$, et je trouvai dans cet air $\frac{1}{100}$ de gaz acide carbonique.

Il est donc évident, que cette surabondance de gaz oxygène détruit provenait de l'absorption plus grande de sa base, faite

sans doute par la portion du corps des limaçons qui était en contact avec l'air lui-même; ceux-ci donnèrent du gaz acide carbonique, parce qu'il ne fut pas totalement absorbé par l'eau, comme il était arrivé aux autres pendant leur permanence dans ce fluide, en supposant qu'il y fût produit.

§ XXI.

Il n'était presque plus possible de révoquer en doute, que l'absorption du gaz oxygène atmosphérique ne fût plus grande, et qu'elle ne fût peut-être entière, lorsque les limaçons resteraient dans l'air; il convenait donc de s'en assurer par l'expérience : ce que je fis en les confinant sur le mercure dans cinq pouces d'air commun.

Je refis l'expérience de la même manière, mais je laissai les trois limaçons emprisonnés pendant sept jours. Durant ce tems, tout le gaz oxygène disparut, et il y eut une production de sept degrès de gaz acide carbonique.

Cette espèce de limaçon absorbe donc

non-seulement l'oxygène de l'eau, mais aussi celui de l'air, quoiqu'il soit en grande quantité.

Les trois limaçons mis d'abord en expéence, étaient non-seulement en vie, lorsque je les retirai du tube, mais encore les trois autres que j'y mis de même ensuite quoiqu'ils eussent été privés pendant quelque tems de tout gaz oxygène. Il est pourtant vrai que si on laisse ces limaçons plusieurs heures dans l'atmosphère ; dont ils ont épuisé le gaz oxygène, ils y périssent certainement, comme je m'en suis assuré par le fait. Ce qui prouve le besoin qu'ils ont du gaz oxygène, pour vivre encore hors de l'eau; et c'est sans doute ainsi qu'ils vivent longtems, quand ils sont privés d'eau; j'en ai gardé en vie plus d'un mois dans un panier en les tenant auprès d'un mur humide. Ils y restaient immobiles avec l'ouverture de leurs coquilles fermée.

§ XXII.

On me demandera peut-être à quoi sert cet oxygène de l'air atmosphérique pour ces

animaux destinés à vivre dans l'eau, et qui périssent au bout de quelque tems, quand on les en ôte. On peut tirer une réponse des soins de la nature pour la conservation des espèces. Cette espèce de testacées habite souvent dans des eaux peu profondes, et par conséquent exposées à diminuer encore de profondeur. Si ces limaçons avaient pu, comme quelques insectes aquatiques, changer de lieu par le moyen des pieds ou des ailes, il leur aurait été facile de trouver d'autres eaux; mais leur lenteur infinie, quand ils sont dans l'eau, et leur immobilité, quand ils sont sur la terre sèche, ne leur permettaient pas de changer de domicile; ils mourraient donc alors, si l'absorption de l'oxygène dans l'air ne les conservait pas quelque tems en vie. Il n'est pas rare, qu'un lieu devenu sec se recouvre d'eau, ou par la pluie, ou par les arrosemens artificiels, ou par le débordement de quelque ruisseau voisin : de cette manière ces limaçons continuent souvent de vivre quelque tems, quoique ce ne soit pas toujours lorsqu'ils sont privés de ce principe animant;

mais celà n'arrive pas seulement à ces limaçons, plusieurs autres espèces d'animaux placés plus haut dans l'échelle des êtres, et même parmi ceux qui tettent, doivent leur vie à ce principe vivifiant, quand ils sont par hasard exposés à rester sur la terre privée d'eau.

§ XXIII.

J'ignore si les coquilles de ces limaçons absorbent l'oxygène atmosphérique, et s'il concourt à leur conserver la vie, ou s'il se *solidifie* avec eux. Il est au moins certain, que ces coquilles l'absorbent quand elles sont séparées de l'animal, quand on les renferme ainsi dans l'air commun. A cet égard les coquilles de ces limaçons ressemblent à celles des limaçons terrestres, comme à celui de leur organisation. L'acide nitreux y découvre une membrane adhérente à la convexité de la coquille, cette membrane a quelque densité, sa couleur est de châtaigne claire, composée de fibres subtiles, tendant vers un seul côté ; si l'on met dans

cet acide le limaçon entier, on croirait qu'il y reste entier ; mais l'effervescence démontre la dissolution du carbonate calcaire, quoique la membrane conserve la parfaite configuration du limaçon avec toutes ses circonvolutions.

§ XXIV.

Quand on tire de l'uterus les fœtus de ces limaçons, et quand on les enferme dans l'air commun, ils le dépouillent de son gaz oxygène, comme leurs mères, avec cette seule différence, que leur considérable petitesse doit être compensée par leur nombre, qui doit être beaucoup plus grand.

§ XXV.

Ces limaçons morts continuent à absorber l'oxygène avec deux différences remarquables ; l'une, que son absorption est alors plus petite ; l'autre, qu'ils produisent du gaz azote, quoiqu'ils le laissent comme ils l'ont trouvé quand ils sont en vie.

§ XXVI.

Voici les conséquences qu'on peut déduire de ces expériences.

1.° Que le limaçon vivipare accouche de ses fœtus dans toutes les saisons de l'année.

2.° Que ces fœtus sortent d'un œuf dans l'uterus.

3.° Que les animaux vivipares ont été vraisemblablement d'abord ovipares.

4.° Que ce limaçon est démontré hermaphrodite dans le sens le plus rigoureux.

5.° Qu'il y a des grains pierreux cristallins prodigieusement répandus dans le corps de ces limaçons.

6.° Que ces limaçons n'ont ni branchies ni autre organe pour respirer.

7.° Que ces limaçons plongés dans l'eau y absorbent son oxygène par le moyen de leur peau.

8.° Qu'ils absorbent tout l'oxygène de l'air commun, lorsqu'ils y sont plongés sans accroissement ou diminution du gaz azote.

9. Que leurs fœtus tirés de l'uterus pro-

duisent le même effet.

10.° Que les coquilles de ces limaçons ont la même propriété absorbante pour l'oxygène de l'air.

11.° Enfin que ces limaçons continuent à absorber l'air après leur mort.

CHAPITRE II.

Moule des Canards, *Mytilus anatinus Lin.*
Moule des Cygnes, *Mytilus Cygneus Lin.*

§ XXVII.

Cette première moule appelée *anatinus* peut servir dans quelques pays d'alimens aux canards ; c'est pour cela que je l'ai appelée *moule* des canards, comme j'ai appelé l'autre moule des cygnes, quoique j'ignore, si les cygnes s'en nourrissent.

Les habitudes naturelles de ces deux moules se ressemblent beaucoup. Elles fréquentent les eaux mortes, ou légèrement courantes ; elles se tiennent au fond de l'eau sans jamais s'élever vers la surface ; à l'approche du printems, elles cherchent les eaux profondes, et s'ensevelissent dans le sable. Le mouvement progressif dans toutes les deux est très lent,

et leur mécanisme pour cheminer est le même ; il consiste à faire sortir par l'ouverture de leurs coquilles bivalves une portion de leur corps, qui forme une espèce de langue,

Elles ont toutes les deux à peu près la méme grandeur ; les plus grandes ont environ sept pouces de longueur sur trois pouces ½ de largeur, seulement l'épaisseur de la coquille dans la moule des cygnes est plus forte que celle des coquilles de la moule des canards.

Telles sont les observations que j'ai faites dans les eaux marécageuses de Pavie, et surtout dans les lieux où le Pô coulait autrefois, il est appelé par les pêcheurs *Pò morto.*

§ XXVIII.

Ces deux testacées expirent l'eau ; c'est peut-être la raison pour laquelle ils n'ont pas besoin de venir à la surface pour sentir l'influence de l'air, comme le limaçon vivipare par une raison probablement contraire ; c'est-à-dire, comme étant privés des organes de la respiration de l'eau.

Pour

Pour m'assurer de ce phénomène important, il faut placer sur un plan comme celui d'un bassin les deux moules, y verser de l'eau, jusqu'à ce qu'elles en soient couvertes à la hauteur d'un pouce. Lorsque l'eau est devenue tranquille, elles ne tardent pas à ouvrir un peu l'extrémité la moins obtuse de la coquille, et à laisser paraître le bord de leurs corps ; alors dix, quinze, vingt minutes et davantage se passent, sans apercevoir aucun mouvement dans l'eau, ou dans la moule ; mais tout-à-coup les deux valves s'ouvrent et chassent avec effort une petite quantité d'eau ; elles se ferment ensuite pour se recouvrir bientôt après comme la première fois, et au bout de quelques autres minutes, elles chassent de nouveau la même quantité d'eau ; une nouvelle contraction, une nouvelle ouverture des valves suivent avec une nouvelle expulsion de ce fluide, et ce jeu continue sans fin.

Il est évident qu'à chaque ouverture des valves, il y entre à peu près autant d'eau qu'il en était sorti par leur contraction. Il y a donc une altération constamment pério-

dique de l'eau qui entre dans les moules ; et de celle qui en sort ; ce qu'on peut appeler la respiration de l'eau ; et comme il y a deux ordres très visibles de branchies sur la surface du corps de ces animaux, suivant l'observation de Swammerdam qui l'a faite le premier, on doit penser qu'elles absorbent l'oxygène de l'eau, lorsqu'après la clôture des valves, cette eau y reste emprisonnée, pendant quelques minutes.

§ XXIX.

Pour en avoir cependant une certitude plus grande, je crus devoir tenir pendant quelques jours quelques moules sur le fond d'un tube renversé, plein en partie d'air commun et en partie d'eau, comme je l'avais fait pour les limaçons vivipares, avec cette différence que ceux-ci étaient retenus au fond par un poids, pour les empêcher de ramper sur le verre, et de monter pour y toucher l'air ; cela n'est pas nécessaire pour les moules, parce qu'elles sont naturellement forcées de vivre au fond de l'eau.

Je tournai d'abord mes regards sur la moule du canard ; j'en mis deux dans un tube rempli à moitié d'air et d'eau ; la température fut environ de quinze à seize et demi degrés : en les observant, je vis le mouvement constant de la respiration de l'eau dont j'ai parlé, comme celui de l'ouverture de la coquille, dont une partie du corps de l'animal sortait ; cette partie représentait comme une aile qui s'échappait à chaque mouvement de l'eau, et qui rentrait dans l'animal quand l'eau était tranquille.

Ces deux moules restèrent dans le tube pendant sept jours sans périr, et au huitième l'air commun avait perdu 0,07 de gaz oxygène, d'où il résultait que la base de ces 0,07 de gaz oxygène avait été absorbée par ces deux testacées ; ce qui avait fait passer 0,07 du gaz oxygène de l'air commun dans l'eau, par l'affinité que ce fluide a pour ce gaz.

§ XXX.

Je préparai ensuite deux autres tubes avec deux moules dans chacun ; un de ces tubes

était rempli de gaz oxygène pur, et l'autre tube de gaz azote ; les deux gaz reposaient sur l'eau purgée d'air, comme celle que j'employai pour les limaçons vivipares, § XVIII. Au bout de neuf jours, les deux moules vivaient encore dans le tube du gaz oxygène, diminué de 0,08; mais elles périrent au bout de trois jours dans le tube du gaz azote.

En comparant ces trois expériences, on voit que les moules des canards absorbent l'oxygène de l'eau, et qu'elles en absorbent d'autant plus, que ce gaz pur est en contact avec elle : il paraît donc que leur vie ne peut se conserver sans ce gaz.

§ XXXI.

Ces moules hors de l'eau vivent moins long-tems que les limaçons vivipares. Avant d'entreprendre cette recherche, il fallait d'abord savoir si lorsque leurs coquilles sont fermées, comme cela arrive souvent, quand elles sont hors de l'eau, elles renferment de l'air, parce que pendant l'expérience cet air pouvait sortir, se mêler avec l'air com-

mun, et l'altérer plus ou moins par les qualités viciées qu'il aurait pu avoir contractées dans l'animal; mais après en avoir ouvert plusieurs sous l'eau, il ne parut jamais une seule bulle d'air; il en sortait pourtant de l'eau lorsque je les ouvrais à l'air sous la pompe pneumatique, ou sous le mercure. Je pouvais donc sans crainte d'erreur entreprendre l'expérience que j'avais projetée, et dont je donnerai seulement le résultat. Une de ces moules absorba presque plus du triple d'oxygène quand elle fut renfermée dans l'air que lorsqu'elle l'était sous l'eau; de cette manière tout le gaz oxygène de l'air peut être absorbé.

§ XXXII.

Je fis aussi cette expérience dans l'air avec des moules mortes, elles produisirent la même absorption, de même que leurs coquilles seules, avec cette différence que l'absorption fut plus lente.

Il est curieux de remarquer qu'une très grande valve de ces moules réduite en petits

morceaux resta plusieurs jours dans l'air, et après en avoir absorbé tout l'oxygène, l'absorba de la même manière deux fois de suite après avoir été déjà trois fois soumise à cette épreuve.

§ XXXIII.

A mesure que je faisais ces expériences sur la moule des canards, je les faisais aussi sur celle des cygnes, de la même manière et en même nombre. Il y a bien eu quelques différences entre les résultats, mais elles n'ont pas été assez signifiantes pour altérer jusques à un certain point leur identité. Aussi après avoir rapporté les expériences sur les moules des canards, je crois avoir parlé des moules des cygnes.

§ XXXIV.

Dans le récit de mes observations sur ces deux espèces de moules, j'ai parlé des absorptions d'oxygène, et j'en avais fixé la quantité dans l'eau ou dans l'air; mais je

n'ai encore rien dit du gaz azote ; je m'en suis abstenu, pour éviter des répétitions inutiles, puisqu'à chaque expérience j'aurai dû répéter la même chose. Je dirai donc une seule fois que lorsque ces animaux étaient vivans, qu'il y en eût peu ou beaucoup, le gaz azote de l'air restait toujours le même, on en retrouvait les 0,80. Ces crustacées vivans ont donc de l'affinité avec l'oxygène ; mais ils n'en ont jamais avec l'azote de l'air. Cependant, quoiqu'elles conservent cette affinité après leur mort, elles augmentent la quantité du gaz azote de l'air, par l'effusion de ce principe qui dérive de la fermentation putride.

§ XXXV.

Je ne dirai qu'un mot de trois coquilles de mer ; parce que je n'ai eu qu'un tems très court pour les examiner convenablement. Etant à Venise au mois de Septembre 1795, j'observai la phosphorescence de la *seppia officinalis*, la sèche, que j'ai racontée dans mon *Chemico esame degli esperimenti*

del Sig. Gottling. Je pensai de faire une ou deux expériences sur l'huitre *ostrea edulis et Jacobæa* et sur le *mytilus edulis*, Lin. la moule commune. Ces trois testacées se vendent ensemble par les pêcheurs dans cette ville, et ils sont très communs dans la mer Adriatique. Ils sont morts lorsqu'on les vend, et il m'importait de les avoir vivans, j'allai donc à la pêche, et à peine étaient-ils pris que je les plaçai dans de grands vases pleins d'eau de mer pour faire mes expériences à Venise, par les moyens que j'ai employés pour les testacées d'eau douce.

§ XXXVI.

Je ne puis dire s'ils ont des organes pour la respiration. Je n'avais aucune facilité pour observer leur intérieur, ni pour remarquer au moins quelques mouvemens périodiques excités par eux dans l'eau, si ces organes existaient; mais quoique dans un tems si court, je n'aie pas pu les bien observer, je ne voudrais pourtant pas assurer que ces animaux sont

privés de ces organes ; mais j'assure fermement la vérité des résultats suivans, parce que je les ai bien vus, et même vérifiés sur les trois espèces.

1.° Qu'ils absorbent l'oxygène de l'eau de mer, comme on le voit par la diminution du gaz oxygène de l'air qui repose sur l'eau.

2.° Qu'ils absorbent tout l'oxygène de l'air, quand on les place dans l'air commun.

3.° Qu'en faisant reposer ce gaz azote sur l'eau, ils y meurent plutôt que lorsque l'air commun repose sur cette eau.

4.° Que leurs coquilles dépouillées de l'animal qui les habite, et renfermées dans l'air manifestent cette qualité absorbante pour l'oxygène.

§ XXXVII.

Ces coquilles consevvent - elles encore cette propriété d'absorber l'oxygène lorsqu'elles sont sous l'eau ? J'ai obtenu cette absorption de l'oxygène avec la coquille du limaçon vivipare, *Mémoire* II, § XXIII, et des moules de canards, § XXXII. On

pouvait donc se faire cette question qui offre ici une recherche plus importante sur l'absorption de l'air commun, puisqu'enfin l'habitation de ces limaçons et des moules sont les eaux douces et salées.

Il est vrai qu'on observe quelque absorption de ce principe par ces animaux, quoiqu'ils soient plongés dans l'eau, comme je l'ai démontré, mais il restait un doute ; savoir, si cet effet était produit en partie par les coquilles, ou si on le devait tout entier aux animaux vivans. Pour éclaircir cette difficulté, il était nécessaire de faire des expériences sur les coquilles seules, et c'est ce que je fis à Pavie, où j'avais à ma disposition des testacées d'eau douce quand je les voulais ; mais il n'en fut pas de même pour les trois testacées de mer, parce que cette idée me vint après mon départ.

Je pris donc le parti d'employer à cela des coquilles des deux huitres *edulis* et *jacobæa*, et de la moule commune que j'avais déjà dans mon cabinet. Je mis les coquilles de ces six testacées dans six tubes renversés pleins d'eau, jusques à une hauteur

donnée et remplis d'air dans le reste de leur hauteur ; la température était plutôt haute , elles y restèrent neuf jours : comme je m'étais aperçu de quelqu'élévation dans l'eau des tubes , j'essayai l'air de chacun ; la diminution du gaz oxygène était sensible dans les six tubes ; cette diminution était à la vérité petite, la plus grande allant à 3 $\frac{1}{2}$ centièmes. J'avais un septième tube, où j'avais confiné les mêmes volumes d'eau et d'air , pour juger l'absorption qu'ils éprouveraient pendant neuf jours , mais elle ne passa pas 0,01. De sorte qu'il fut démontré que l'absorption de l'oxygène occasionnée par ces testacées dérive dans une petite partie des dépouilles crustacées qui les renferment.

§ XXXVIII.

Voici les conséquences de ces expériences :

1.° Les moules des canards , celles des cygnes ont des branchies.

2.° Elles absorbent l'oxygène de l'eau et elles périssent quand elles en sont privées.

3.° Quand elles sont renfermées dans l'air elles absorbent tout son oxygène sans rien changer au gaz azote.

4.° On observe cette absorption après leur mort.

5.° On remarque des phénomènes analogues dans les huitres *edulis*, *jacobæa* et dans la moule *edulis*.

6.° Les coquilles de ces cinq bivalves et du limaçon vivipare renfermées dans l'air en absorbent tout l'oxygène, et quelques parties de l'oxygène contenues dans l'eau, quand elles y sont plongées.

DE LA

RESPIRATION.

TROISIÈME MÉMOIRE.

Réflexions et expériences nouvelles sur les crustacées examinés jusques à présent, et sur quelques autres animaux d'ordres différens.

§ I.

Les recherches sur la respiration de différens animaux dans la classe des *vers* ont été le sujet des deux mémoires précédens. Dans le premier j'ai examiné quelques limaçons avec leurs coquilles, et d'autres qui n'en avaient point; ils étaient habitans de la terre, et par conséquent toujours environnés d'air; ils avaient de vrais organes pour la respiration, et pour absorber l'oxygène de l'air, ils cessaient de vivre quand ils étaient privés de cette substance. A cet égard, ces

animaux à sang froid ressemblent à ceux à sang chaud, avec cette différence, que ces derniers l'absorbent avec plus de rapidité que les autres, et que l'absorption qu'ils en font est plus petite. Si un petit quadrupède ou un oiseau détruit par exemple dans quinze minutes 0,14 de gaz oxygène, il faut un très grand nombre d'heures à un limaçon pour opérer cette destruction; mais ce limaçon l'opérera complètement; tandis que le quadrupède ou l'oiseau qui y meurt en laisse toujours une partie.

Quand je m'occuperai de la respiration des animaux à sang chaud, je montrerai comment les quadrupèdes ou les oiseaux ne détruisent presque jamais que les 0,19 du gaz oxygène de l'air, mais tantôt 0,17, tantôt 0,16, et seulement 0,15. On ne peut pourtant pas dire qu'ils ne pussent en détruire davantage, mais il est vrai que le gaz acide carbonique qu'ils produisent les tue; je montrerai cependant qu'en faisant absorber ce gaz par un alcali caustique, à mesure qu'il se forme, ils n'en meurent pas moins, en laissant toujours intactes quelques centièmes de gaz oxygène.

La promptitude de l'absorption est produite dans ces animaux par le jeu fréquent des poumons, qui repousse presqu'à chaqu'instant l'air qu'ils ont attiré, en le dépouillant continuellement de quelque partie d'oxygène, et ce jeu est incomparablement plus lent et plus rare dans les limaçons. D'ailleurs, comme leur vie est plus tenace, et qu'elle résiste plus à tout ce qui peut les en priver, que celle des animaux à sang chaud, comme on en a une preuve dans la reproduction de leurs têtes coupées ; ces limaçons continuent de vivre lorsque l'oxygène est anéanti, ou du moins lorsqu'il est extrêmement diminué ; tandis que les animaux à sang chaud y succombent. C'est aussi la raison pour laquelle ces limaçons vivent encore un peu de tems dans une atmosphère, où ils ont absorbé tout l'oxygène qu'ils pouvaient y absorber, comme ils vivent quelque tems dans les gaz azote ou hydrogène. J'ai dit *qu'ils ont absorbé tout l'oxygène qu'ils pouvaient y absorber*, parce que les limaçons n'ont pas la faculté de l'absorber totalement ; mais ils en laissent demi,

centième environ pour élever le mercure dans l'eudiomètre à 0,20. Je fais cette observation pour mettre la plus grande exactitude dans ce que j'ai dit précédemment.

§ II.

L'ACCORD parfait de l'air respiré par ces animaux est remarquable, quand on l'essaye avec le phosphore de Kunckel, qui ne détruit ordinairement que 0,20 de gaz oxygène ; la cause en est la même, parce qu'à la fin la proportion du gaz azote est si fort accrue, que le petit nombre d'atômes du gaz restant oxygène y est tellement enveloppé par le gaz azote, qu'il ne peut plus être attiré par ces deux corps.

Il y a un autre trait d'analogie entre nos animaux et le phosphore qui mérite l'attention. On a cru que ce combustible s'appropriait l'oxygène, et qu'il y brûlait dans toutes les saisons ; mais j'ai fait voir par de fortes preuves dans mon *Chemico esame*, qu'il ne commence à brûler qu'environ au sixième degré du thermomètre, et qu'à une température

température plus basse il ne saurait se combiner avec l'oxygène. Le même phénomène paraît proportionnellement avec nos limaçons, au degré de la congélation et à un degré moins froid pour les limaçons du Portugal.

§ III.

QUAND cette combinaison de l'oxygène finit dans les limaçons, le mouvement des poumons, du cœur, de la circulation s'arrête. Ces phénomènes et leurs liaisons sont manifestes dans ces animaux. Il suffit d'ôter une partie de la plus grande volute de la coquille, celle qui couvre les poumons; pour s'en assurer, on peut faire aisément cette expérience sans blesser l'animal, parce que cette volute en est détachée; alors on voit clairement le poumon, ce trou où l'air entre, le gonflement et l'affaissement de cet organe, les pulsations du cœur, et la circulation des humeurs dans quelques vaisseaux; de sorte que, comme on peut observer tout cela sans blesser les limaçons,

cette observation devient d'autant plus précieuse, qu'il n'y a, je crois, aucun autre animal avec des poumons, qui puisse montrer à découvert dans le même tems ce triple phénomène, je puis ajouter encore, dans le même lieu et sans faire aucune ouverture dans le corps.

Un limaçon étant ainsi préparé, si on le fait passer pendant l'hiver dans une température artificiellement réchauffée à une température qui devienne graduellement plus froide; l'élévation et l'abaissement des poumons deviennent toujours plus rares; les battemens du cœur moins fréquens et plus lents, et les mouvemens de la liqueur blanchâtre et à demi-transparente, qui leur tient lieu de sang, diminuent dans leurs vaisseaux. Enfin, si on les transporte dans un lieu où le thermomètre soit à zéro, on verra un peu après, le poumon perdre son rithme, l'air n'y entrera plus par le trou qui lui sert d'entrée, le cœur cessera de battre peu de momens après, et les humeurs finiront de circuler : si l'on tient le limaçon plusieurs heures ou plusieurs jours ensuite dans cette

température basse, tous ces organes resteront en repos. Au contraire, leurs mouvemens se ranimeront, si l'on ramène l'animal dans une température plus douce ; alors le poumon commence le premier à se mouvoir, il se gonfle et s'affaisse peu à peu, mais lentement ; les vibrations du cœur reparaissent ensuite, et en même tems la circulation des humeurs.

§ IV.

La cessation du mouvement dans ces organes n'est pas simplement l'effet du froid, ni son retour celui de la chaleur. Puisque dans une température chaude, les mêmes phénomènes se succèdent, lorsqu'on transporte un limaçon de l'air commun dans un gaz méphitique quelconque. Je rapporterai ici l'observation de deux limaçons privés de leur plus grande volute et examinés dans le gaz azote renfermé par un tube très transparent, la température étant à vingt degrés.

Pendant onze minutes, tout se présenta comme dans l'air commun. Le trou du pou-

mon s'ouvrait et se fermait pour recevoir et chasser le gaz azote, comme on le voyait par son gonflement et son affaissement; le battement du cœur était fréquent, et sa circulation continuelle; mais après les onze minutes, le trou resta ouvert sans se fermer, le poumon devint flasque sans se gonfler; le cœur perdit son rithme naturel, et la circulation finit. Les deux limaçons qui rampaient auparavant sur les parois du tube s'arrêtèrent et ne changèrent plus de lieu, ils étaient pourtant encore en vie, comme il parut par leurs contractions, lorsque je les touchai. Ils restèrent cinq heures dans cet état sans périr. Avant de les ramener dans l'air commun, j'introduisis dans le tube un autre tube de verre très fin, pour empêcher le mercure d'y entrer dans le passage, j'en avais couvert l'extrémité avec un morceau de papier qui le recouvrait, et que je fis tomber ensuite; j'avais lié à la partie inférieure du tube une vessie pleine d'air commun. Je fis alors communiquer la cime du petit tube introduit avec l'ouverture du trou pulmonaire du limaçon qui était ouverte, et je

commençai à introduire doucement l'air dans le poumon, en le forçant à se gonfler; ensuite je le retirai : par une opération semblable, je fis rentrer du nouvel air, je la répétai plusieurs fois. Cette expérience ne fut point sans effet. J'eus le plaisir de voir le poumon se gonfler et s'affaisser, le cœur battre, mais ces mouvemens finissaient bientôt, et ils recommençaient après l'introduction d'un nouvel air par le trou qui le fait passer dans le poumon.

§ V.

Je substituai du gaz azote à l'air commun dans la vessie, et l'ayant introduit dans le poumon de l'autre limaçon, dont le cœur avait été immobile pendant tout le tems de l'expérience précédente, je le gonflai de la même manière à diverses reprises, comme j'avais fait avec l'air; mais jamais ce viscère ne se mit alors en mouvement par lui-même. L'*animation* du poumon et du cœur était donc l'effet du gaz oxygène. Je le con-

firmai en transportant ces deux limaçons dans l'air libre. Peu de tems après, le poumon, le cœur et la circulation recommencèrent et conservèrent leur premier mouvement, et après que cette immobilité fut ainsi rompue, les deux limaçons sortirent de leurs coquilles autant qu'ils purent, et rampèrent sur le plan où ils étaient placés. La connexion du gaz oxygène avec la vie est donc évidente ; la vie dépend donc surtout du mouvement du cœur, et ce mouvement de l'action immédiate du gaz oxygène; puisque les pulsations cessent quand ce gaz n'agit plus.

§ VI.

Les belles observations de Lavoisier et des chimistes pneumatistes ont dévoilé le secret de la respiration ; on explique ses principaux phénomènes par la découverte du gaz oxygène et de ses propriétés; on a démontré la décomposition de ce gaz dans les vaisseaux pulmonaires, sans laquelle on cesse de

vivre. Par ce principe, on rend raison d'autres circonstances qui accompagnent cette belle fonction animale, que les anciens n'expliquaient pas, ou expliquaient mal; mais mon observation faite sur un animal qui peut paraître vil à des yeux sans réflexion, jette une grande lumière, j'ose le dire, sur la théorie de l'illustre chimiste français.

Elle démontre que l'irritabilité du cœur, par laquelle il se contracte dans le passage du sang qui le remplit, dépend essentiellement de la combinaison de l'oxygène avec ce muscle creux, que lorsqu'il manque, ses pulsations cessent; quoique dans une multitude d'animaux le gaz oxygène atmosphérique ne touche pas immédiatement le cœur, mais seulemeut les poumons. Cette observation que j'ai racontée persuade, que ce gaz oxygène, en s'insinuant dans le sang pulmonaire par le moyen du sang qui le porte dans le cœur, est dans le cas de se combiner avec ce muscle et tient son action musculaire en vie ou éveillée.

Ce que je raconte ici cadre parfaitement avec les expériences intéressantes et lumi-

neuses de Humboldt, dont j'ai parlé en passant dans mon premier mémoire, § XLVIII. Dans un mémoire lû à l'institut national, il rapporte avoir découvert que l'acide muriatique oxygéné est un puissant stimulant de l'irritabilité animale. Entre les divers faits qu'il offre en preuve de cette vérité, je n'en donnerai qu'un seul, qui est parfaitement conforme à mes vues. En s'occupant des phénomènes de l'électricité animale, il soumit le cœur d'une grenouille qui ne battait plus à cet acide; son irritabilité était tellement perdue que tous les stimulans mécaniques ne pouvaient la réveiller. Pour faire une comparaison, il jeta d'abord ce cœur dans l'acide muriatique ordinaire, sans apercevoir aucun mouvement; mais les pulsations reparurent et devinrent plus fortes, quand il l'eut mis dans le gaz muriatique oxygéné; elles y continuèrent pendant quelques minutes, et après avoir cessé, elles recommencèrent par une nouvelle humectation de cet acide.

§ VII.

Mais si la vie animale est tellement liée avec l'oxygène, que son défaut la fasse finir ; pourquoi le mouvement du cœur cesse-t-il ? pourquoi les limaçons vivent-ils sans lui pendant l'hiver ? Au moins alors les limaçons de Portugal ne décomposent point l'air commun renfermé sous leur couvercle par un sceau hermétique comme la livrée où l'air reste intact durant le gel. Quand je découvris ce phénomène pendant l'hiver, je le trouvai en opposition avec ce que j'avais observé dans des températures plus douces ; cependant je fis sur ce sujet quelques réflexions, afin de voir si la différence des saisons pourrait expliquer pourquoi les limaçons avaient besoin d'oxygène dans une saison pour vivre et pourraient s'en passer dans une autre. Je dirai pourtant ce que j'ai pensé, et si je ne puis pas dénouer le nœud, au moins je pourrai le relâcher.

Quand les limaçons mangent, ce qui leur arrive pendant plusieurs mois de l'année, ils introduisent dans leurs corps avec les alimens par le moyen de la digestion l'azote

et l'acide carbonique, qui sont portés dans la masse des humeurs, ces humeurs les portent ensuite à la peau et les exhalent, autrement en s'accumulant dans l'animal ils le feraient périr. Afin donc que ces deux principes sortent du corps dans la proportion déterminée, la circulation des humeurs est nécessaire, et par conséquent le mouvement du cœur. Si donc ce mouvement cesse par le défaut de l'oxygène, la circulation cessera; l'hydrogène, l'azote, l'acide carbonique ne seront plus chassés, et les limaçons périront : mais si la saison se refroidit, ils cessent de manger et ils deviennent léthargiques. En cessant de manger, ces deux principes, l'azote et l'acide carbonique, n'entrent plus dans leurs corps; ils n'ont plus besoin de les chasser. La suppression des mouvemens du cœur et de la respiration dans la léthargie ne nuira pas aux limaçons qui pourront continuer de vivre sans oxygène, mais ils vivront à la vérité d'une vie moindre, telle qu'on l'observe dans la léthargie.

§ VIII.

Je ne croirai pourtant pas que dans cet état d'inanition, les liquides soient dans un parfait repos ; parce qu'alors ces animaux seraient morts, au moins nous n'avons pas une autre idée de la mort elle-même. Je penserai donc plutôt que quelque mouvement invisible se prolonge dans ces animaux; qu'il est occasionné par un reste d'irritabilité dans la fibre musculaire, que les limaçons manifestent alors quand on les pique par une légère contraction en eux-mêmes, quoique leur léthargie soit profonde.

§ IX.

Cet étrange phénomène de la suspension à tems du mouvement des poumons, du cœur et de la masse des liquides est-il exclusif à ce genre d'animaux, ou s'étend-il à d'autres qui dorment l'hiver? Tels sont les grenouilles, les salamandres, les serpens, divers quadrupèdes ayant un cœur et des pou-

mons membraneux et vésiculaires ? Dans les mémoires suivans, je parlerai plus à propos de tout ce qui peut être relatif à ce phénomène dans divers animaux; mais je veux à présent anticiper sur tout cela, en parlant de ce qui est relatif au sommeil des marmotes, à cause des grands rapports qu'il a avec mes observations sur les testacées.

J'ai dit au commencement de ce livre que l'hiver rigoureux de 1795 me servit heureusement pour observer les changemens que subissent les animaux léthargiques dans leur économie animale. Entre ceux-ci je fis de fréquentes expériences sur deux marmotes que je reçus dans le mois de Janvier, à moitié endormies, et qui tombèrent ensuite dans le plus profond sommeil. Lorsqu'elles sont éveillées, les signes de la respiration sont très manifestes par la dilatation et le retirement de leurs flancs, comme on le voit dans les chats et dans d'autres quadrupèdes. Lorsque le sommeil des marmotes commence, ce signe diminue, et il est nul lorsqu'elles sont léthargiques; alors la marmote

a ses yeux fermés, elle n'est plus étendue, mais son corps fait un arc, son museau s'approche de l'extrémité du ventre, et elle reste immobile dans cette posture. On sentait d'abord sa chaleur, mais elle est froide, quand on la touche; sa bouche est fortement fermée, et les dents sont comme clouées. On peut la rouler entre les mains, la jeter en haut, la malmener, sans qu'elle donne le moindre indice de vie. En un mot, elle est une véritable image de la mort.

Mes deux marmotes étaient dans cet état, je profitai d'un très grand froid pour en soumettre une aux expériences suivantes.

§ X.

Je l'enfermai d'abord dans l'air commun sous une cloche de verre, plongée dans le mercure de l'appareil pneumatochimique, qui était exposé près d'une fenêtre ouverte pendant la nuit à un froid de — 12°, durant plusieurs heures. On sait que si l'on expose un chat ou un chien sous un récipient plein d'air commun, il cherche à fuir, sa respi-

ration devient pénible et bientôt il cesse d'exister. La marmote y resta comme une pierre ; je la laissai trois heures et demie dans cette situation, et pendant ce tems, le mercure ne changea pas de niveau ; avant de l'ôter, je pris de l'air dans le récipient pour l'analyser chimiquement ; je trouvai qu'il n'avait pas souffert la moindre altération, et qu'il était tout-à-fait semblable à l'air libre de la chambre, où j'avais fait l'expérience.

Je ne pouvais tirer d'autres conséquences de cette expérience, sinon que dans le séjour de ce quadrupède sous le récipient il n'avait pas respiré. Aussi après avoir transporté la marmote dans une température beaucoup moins rude, c'est-à-dire, à celle de zéro où je la laissai, elle manifesta, dirai-je, un fil d'inspiration et de respiration, que j'aperçus par une très petite intumescence et d'étumescence périodiques et constantes dans les flancs. Cependant la léthargie ne finit pas, mais elle fut moins intense.

§ XI.

Le froid qui continua dans toute son âpreté me permit de faire de nouvelles expériences sur mon quadrupède; après l'avoir fait revenir à sa première léthargie, en l'exposant la nuit suivante à toute la rigueur du tems en plein air, le thermomètre montrait — 12° ½; je le plaçai dans le même récipient rempli de gaz acide carbonique; je lui donnai pour compagnon un rat, *mus rattus*, qui mourut presque sur-le-champ; la marmote resta quatre heures dans ce gaz mortel, sans montrer le moindre mouvement. Je la retirai ensuite de là, et je la fis passer dans une atmosphère moins froide, alors j'aperçus la respiration par le mouvement des flancs, et je fus assuré que le gaz acide carbonique ne l'avait pas tuée.

§ XII.

Je la soumis enfin à une troisième expérience moins dure en apparence que les deux

autres, mais qui lui fut fatale. J'ai dit que la température de la glace ne la rendait pas pleinement léthargique, et qu'alors sa respiration, quoique très faible était sensible. Je la plaçai pour la seconde fois dans une atmosphère d'acide carbonique à la température de zéro. J'observai alors deux choses : l'une que cette petite élévation et ce petit abaissement latéral des flancs qui étaient périodiques se perdaient ; l'autre que le corps de la marmote s'étendit presque en ligne droite, quoiqu'elle fut d'abord, comme je l'ai dit, disposée en arc. Ce changement me fit craindre qu'elle fût périe, comme cela arriva à mon grand chagrin, puisqu'après l'avoir transportée dans l'air commun et dans une température propre à la réveiller, elle ne revint pas à la vie.

§ XIII.

Je ne dirai rien à présent sur ce phénomène ; j'en parlerai ailleurs. J'observerai seulement que les circonstances de cet animal à sang chaud sont identiques avec celles de nos testacées à sang froid. La respiration du premier

premier était suspendue dans sa profonde léthargie, et elle n'avait plus besoin de gaz oxygène, que lorsqu'elle commençait à en sortir. Les limaçons perdent ainsi la force attractive du gaz oxygène lorsqu'ils sont léthargiques, et la nature a fait les choses de manière qu'il ne leur est plus alors nécessaire; mais quand ils sont réveillés, ils périssent infailliblement, quand ils sont privés de ce gaz.

§ XIV.

Pendant l'absorption de tout l'oxygène, les limaçons absorbent aussi pour l'ordinaire du gaz azote. Je dirai avec franchise, que lorsque je commençai ces recherches, j'étais prévenu d'une opinion contraire, et je fondais ma préventien sur les belles expériences du célèbre Jurine de Genève, qu'on lit dans un mémoire couronné par la Société de médecine de Paris, d'après lesquelles il prouvait, que l'air expiré par les hommes augmentait la quantité du gaz azote; mais le contraire est arrivé,

et dans les limaçons sans coquilles, il n'y a ni augmentation ni diminution de ce gaz. Un moment de réflexion m'a appris qu'il ne fallait pas s'en étonner, à cause de l'infinie différence de l'organisation et des besoins des différens êtres qui forment la chaîne dans le monde animal. Aussi dans tout ce que j'ai à dire dans cet ouvrage, je montrerai toujours plus clairement, que le mécanisme de la respiration ne saurait se généraliser dans la totalité des animaux; mais que pour atteindre la même fin, la nature a suivi des routes différentes suivant la diversité des animaux, et nous ne parviendrons jamais à connaître toutes ces routes, que par le guide sûr de l'observation qui ne trompe jamais, et par celui des expériences.

§ XV.

Mais nous avons vu que les limaçons en cessant de vivre ne cessent pas d'absorber l'oxygène; seulement ils l'absorbent dans une quantité moindre que lorsqu'ils vivent.

Cette observation prouve deux choses; l'une que le poumon et le cœur sont les causes d'une partie de l'absorption ; l'autre, que le corps de l'animal fait le reste ; s'il produit cet effet après la mort, ce n'est pas une raison pour qu'il ne le produise pas quand il est vivant. Je pensai pourtant que par la perte de la vie les limaçons perdaient peu à peu leur affinité avec l'oxygène. Je n'en étais pourtant pas assuré, mais je pouvais m'en convaincre en laissant agir la nature ; ces expériences méritaient bien qu'on les fît.

§ XVI.

Quelques limaçons *livrées* et d'autres du Portugal furent placés séparément dans plusieurs petits vaisseaux de verre pleins d'air commun. Ils périrent au bout de trente heures, après avoir absorbé tout l'oxygène. Je me proposai de continuer l'examen de l'air en contact avec ces animaux, en le renouvelant toutes les trente heures ; mais je dépouillai les limaçons de leurs coquilles pour les mieux observer. Le thermomètre

montra pendant ce tems 13 à 16°, la fermentation putride ne fut pas fort accélérée.

Trente heures après la mort de ces limaçons renfermés dans l'air, ils commencèrent à répandre une odeur désagréable; ils étaient pourtant entiers de même que leurs parties les plus délicates et les plus tendres. Ayant analysé l'air, le gaz oxygène avait disparu; je ne parle point des deux autres gaz, l'acide carbonique et l'azote qui se produisent : je ne m'occupe dans ces expériences que du gaz oxygène.

Soixante heures après, la putréfaction s'était augmentée, elle se manifestait par l'odeur et le changement de couleur dans les chairs, comme par leur plus grande mollesse; mais le gaz oxygène y manquait entièrement.

Quatre-vingt-dix heures après, les limaçons étaient réduits à une putréfaction complète, surtout les parties les plus tendres, et l'air fut entièrement dépouillé d'oxygène.

Cent-vingt heures après, la puanteur était moins dégoûtante, les parties tendres étaient réduites en bouillie, et les parties muscu-

laires d'abord fermes étaient devenues très molles ; cependant le gaz oxygène disparut entièrement.

§ XVII.

Il n'en fut pas de même au bout de cent-cinquante heures, l'absorption fut seulement de 0,11 et le phosphore absorba les autres 0,09, mais la masse du corps des limaçons s'était fort diminuée par la perte des principes composans, et surtout par celle de l'azote qui s'était développé sous la forme gazeuse. On peut donc dire que la faculté de s'approprier l'oxygène continue dans les limaçons morts, depuis le moment où la putréfaction commence jusques à celui où elle arrive à son comble, où elle est presque finie, c'est-à-dire, jusques au moment où l'animal n'est pas encore réduit à une entière décomposition.

Il convient pourtnat d'observer que l'oxygène atmosphérique a été absorbé entièrement cinq fois; une fois pendant la vie des limaçons, et quatre fois après leur mort,

sans avoir encore ce point de saturation, au delà duquel ces limaçons n'auraient pu en recevoir davantage. Cette faculté absorbante de l'oxygène après la mort est la même dans les autres espèces de limaçons, sans en excepter les limaces, comme je l'ai vérifié par les mêmes expériences.

§ XVIII.

On connaît le pouvoir de la chaleur combinée avec l'eau pour macérer les chairs, comme on le voit dans l'ébullition; en y soumettant les limaçons, lui verra-t-on détruire en eux cette faculté d'absorber l'oxygène ? Cette recherche ne me parut pas inutile, et je crus devoir la faire. Je fis donc bouillir à grande eau quelques limaçons jusques à ce que leurs parties ramollies eussent de la peine à rester réunies ; je les mis alors dans l'air sous des vases clos. Quel en fut le résultat ? Je vis bientôt que l'ébullition n'avait point altéré la force absorbante de l'oxygène, ni dans les commencemens, ni dans les progrès de la fermentation putride.

§ XIX.

En rendant compte de la disparition du gaz oxygène dans toutes ces expériences, j'ai toujours assuré que sa base était attirée par la fibre animale, au moyen d'une force chimique, quoique la fibre fut morte; et que cette base se combinait avec la fibre, quoiqu'elle fut en pleine décomposition. Cette proposition est appuyée par les fortes raisons que j'ai données dans mes deux mémoires, lorsque j'ai prouvé que l'acide carbonique n'est pas le résultat de la combinaison de l'oxygène de l'air avec le carbone des animaux, puisqu'il y a des faits qui montrent l'acide carbonique déjà existant dans les animaux, et qu'il en sort sous sa forme gazeuse. Il paraît donc que la disparition de l'oxygène n'est point la cause de l'apparition de l'acide carbonique.

En m'occupant de ces nouvelles expériences, j'ai pensé à en faire une autre plus décisive; c'était d'enfermer les testacées dans un milieu, où il n'y eût point de gaz oxy-

gène ; alors, ou je ne devais point avoir de gaz acide carbonique, ce qui fournissait une preuve incontestable que sa production était dépendante de l'oxygène combiné avec le carbone de l'animal; ou, s'il y avait du gaz acide carbonique produit à peu près comme lorsque les testacées sont dans l'air commun, alors il serait démontré que la formation de ce gaz est indépendante de l'oxygène de l'air, et par conséquent qu'il est produit par son développement hors de la masse de ces animaux.

Mon premier plan fut de renfermer des limaçons dans un tube plein d'eau renversé sur le mercure, après avoir fait bouillir l'eau de l'expérience, et l'avoir soumise à l'action de la pompe pneumatique ; afin de voir s'il paraîtrait dans l'expérience quelque fluide aériforme permanent dans le tube. Après la mort des limaçons, ces animaux commencèrent à donner de l'air, et au bout de sept jours, je pus en recueillir un pouce qui remplit un de mes eudiomètres. L'analyse chimique me prouva qu'il contenait 0,43 de gaz acide carbonique, et que le reste conte-

nait un mélange des gaz hydrogène et azote. Ces 0,43 ayant été obtenus indépendamment de l'oxygène atmosphérique, il était évident qu'il devait provenir de l'acide carbonique développé par les deux testacées. Les limaçons dont je parle ici étaient les livrées ; mais pendant le même tems, je faisais dans d'autres tubes ces expériences sur les limaçons du Portugal, et je trouvai dans le fluide aériforme produit 0,46 de gaz acide carbonique.

§ XX.

Je pouvais me contenter de ces deux expériences qui prouvent la production de l'acide carbonique ; mais j'avais un troisième moyen pour m'en assurer encore mieux et plus facilement, en plaçant nos testacées dans les gaz azote et hydrogène. Il s'agissait seulement d'avoir ces gaz purs : j'obtins le premier de la partie fibreuse et bien lavée du sang frais traitée avec l'acide nitreux dans l'appareil hydropneumatique, suivant le procédé de l'illustre chimiste Berthollet.

Je mis cinq limaçons de Portugal dans cinq tubes pleins de ce gaz pendant quarante heures, et quand je les retirai, ils étaient non-seulement morts, mais ils commençaient à sentir mauvais. Les cinq mesures de gaz azote y étaient restées et remplissaient un eudiomètre, après les y avoir fait passer, après avoir marqué la place qu'elles y avaient occupée, je les lavai avec de l'eau de chaux, la première donna 0,08 de gaz acide carbonique, la seconde 0,09, la troisième 0,06, la quatrième 10 $\frac{1}{2}$ centièmes, la dernière 0,08.

Il était donc évident que ce gaz acide carbonique était l'acide carbonique des limaçons.

§ XXI.

J'IGNORAIS si cet acide était le produit des limaçons vivans ou morts, ou bien s'il était le résultat de ces deux états. Comme les limaçons peuvent vivre plusieurs heures dans le gaz azote, il était facile d'éclaircir ces doutes; je sentis alors que j'aurais répandu un

plus grand jour sur ce sujet, en faisant ces expériences dans le même tems sur les limaçons en vie, et sur les morts placés dans des tubes séparés pleins de gaz azote et d'air commun.

Je pris dans ce but des mesures égales de ces deux fluides aériformes; je mis quatre limaçons dans le gaz azote et quatre autres dans l'air commun, non-seulement ils étaient de la même espèce, c'est-à-dire, celle du Portugal, mais de la même grosseur, de la même vigueur et placés dans le même lieu. Je les ôtai des tubes au bout de douze heures; je les trouvai en vie, je fis l'examen des deux fluides aériformes, mais j'eus lieu de m'étonner, en voyant que la quantité du gaz acide carbonique était plus grande dans le gaz azote que dans l'air commun.

Air commun.	*Acide carbonique produit.*	*Gaz azote.*	*Acide carbonique produit.*
1.er tube	0,07	1.er tube	0,08
2.d	0,05	2.d	0,10
3.e	0,04	3.e	0,05
4.e	0,06	4.e	$\frac{7\frac{1}{3}}{100}$

§ XXII.

Les limaçons ont donc fourni dans ces trois cas, où j'ai employé le gaz azote, plus de gaz acide carbonique que ceux qui étaient dans l'air commun, et dans le quatrième la quantité a été égale dans les deux fluides ; comme les différences n'étaient pas grandes, je pensai que les limaçons en offriraient peut-être la cause ; d'autant plus que dans le gaz azote, il y avait eu trois limaçons qui avaient fourni une plus grande quantité de cet acide que les autres. Si cependant cette différence avait été accidentelle ; on pouvait facilement le découvrir, en répétant plusieurs fois la même expérience ; et je la fis sur sept limaçons mis dans l'air commun, et sur sept autres mis dans le gaz azote : sans entrer ici dans les détails de l'expérience, je dirai seulement que quoique le gaz acide carbonique produit fut dans deux cas en une quantité un peu moindre dans le gaz azote que dans l'air commun, cependant il fut plus abondant dans cinq

autres ; ce qui établit suffisamment la constance du fait.

§ XXIII.

Je passe de ces expériences exécutées sur les limaçons en vie à celles que je m'étais proposées sur les morts, que j'avais fait périr dans l'eau bouillante ; je fis le même nombre d'expériences sur ceux-ci dans l'air commun et le gaz azote que sur les vivans. Le gaz acide carbonique fut d'autant plus abondant dans les deux fluides, que le séjour des testacées dans les tubes fut plus long : mais ici la supériorité de la quantité du gaz acide carbonique dans le gaz azote sur la quantité de ce gaz dans l'air commun ne fut pas douteuse.

§ XXIV.

Je m'étais proposé de faire ces expériences avec le gaz hydrogène; je le fis par le moyen du fer et de l'acide phosphorique étendu d'eau, et pour l'avoir plus pur, j'employai

le procédé décrit dans mon *Chemico Esame*. Plusieurs limaçons vivans et morts furent placés séparément dans ce gaz en nombre égal, de même que dans l'air commun. J'examinai ces deux fluides où étaient placés les limaçons vivans avant leur mort ; il y eut dans tous les deux du gaz acide carbonique produit, mais avec la même différence dans tous les deux ; sa quantité le plus souvent fut plus grande dans le gaz hydrogène que dans l'air commun. Je trouvai la même différence dans l'expérience faite avec les limaçons morts; de manière que la production du gaz acide carbonique dans le gaz hydrogène fut presque la même que dans le gaz azote.

Je ne chercherai pas ici pourquoi la quantité du gaz acide carbonique dans les gaz azote et hydrogène fut plus grande que dans l'air commun ; je conclurai seulement d'après ces expériences : qu'il est évidemment prouvé que le gaz acide carbonique produit par les limaçons vivans et morts dans l'air commun ne résulte point de l'oxygène atmosphérique, puisqu'on en obtient une égale quantité,

et mêms une quantité plus grande dans les gaz azote et hydrogène; par conséquent dans le gaz oxygène qui se perd par la présence de ces animaux, sa base seule est absorbée par eux, lorsqu'ils sont vivans comme après leur mort.

§ XXV.

Mais cette force absorbante de l'oxygène qui continue dans la fibre animale même après la mort, et lorsqu'elle se décompose, est-elle seulement propre à ces testacées ou domine-t-elle dans tout le règne animal? Mon but d'écrire sur la respiration des diverses classes d'êtres vivans ne me permettait pas de négliger un point de vue aussi intéressant; c'est donc pour cela que j'en particulariserai les détails dans tous les cas qui se présenteront. Seulement à présent je dirai en un mot pour satisfaire la curiosité de mes lecteurs, que j'ai découvert cette faculté dans la classe des insectes, dans celles des poissons, des quadrupèdes ovipares, des serpens, des oiseaux, des qua-

drupèdes vivipares, et de l'homme lui-même.

Les animaux considérés généralement, lorsqu'ils cessent de respirer, qu'ils commencent à se décomposer, continuent d'absorber l'oxygène, au moins jusques à un tems donné ; de sorte que les poumons ne consument qu'une partie de l'oxygène de l'atmosphère, et que le reste est consumé par la surface extérieure de chaque animal.

§ XXVI.

Nos limaçons ont démontré, que non-seulement les parties charnues et molles, mais encore les parties dures et calcaires, comme celles des coquilles dont les limaçons sont couvertes, absorbent l'oxygène atmosphérique. Ces coquilles mêmes l'absorbent encore lorsqu'elles sont mortes depuis long-tems, ou séparées de l'animal, comme je l'ai prouvé dans mon premier mémoire avec la coquille d'un escargot *Helix pomatia Lin.* privée de l'animal, qui l'habitait depuis dix-huit mois. Je raconterai une nouvelle observation plus singulière, mais également vraie.

Sachant

Sachant que les coquilles détachées des limaçons vivipares détruisaient sous l'eau le gaz oxygène qui y était disseminé, il me vint dans l'esprit l'idée bizarre de chercher ce qui arriverait à une coquille d'escargot, en répétant cette expérience sous l'eau, quoique le limaçon fût terrestre. J'en mis donc quatre qui restèrent pendant dix-sept jours au fond d'un tube renversé contenant cinq pouces d'eau, et au-dessus deux pouces d'air commun. D'après la nature du limaçon j'aurai cru qu'au bout de ce tems, l'air n'aurait pas été chimiquement altéré. Cependant l'altération fut telle, qu'il ne restait dans cet air que le gaz azote. Ces coquilles ont donc le pouvoir d'absorber l'oxygène de l'eau, qui est remplacé par celui de l'air, et qui est peut-être alors en tout ou en partie absorbé.

§ XXVII.

Mais quel est l'usage de cette absorption d'oxygène faite généralement par les coquilles des limaçons terrestres ? Serait-ce pour leur

donner de la solidité, et en devenir une partie essentielle par son union avec leur substance ? ou plutôt serait-ce pour les traverser, et porter dans les parties internes de ces animaux les moyens de concourir à la conservation de leur vie ? Puisque l'absorption continue dans ces coquilles, lorsque les animaux en sont séparés, l'incorporation de ce principe avec elles est incontestable, mais je ne suis pas éloigné de croire, que lorsque leurs habitans y sont joints, une partie de ce principe passe dans l'animal par les muscles tendineux qui le lient à la coquille.

J'appuie cette croyance sur un fait ; les simples coquilles des limaçons de Portugal renfermées dans l'air commun y absorbent plus d'oxygène, que ces mêmes coquilles avec leurs limaçons, lorsqu'ils y sont emprisonnés par leur couvercle calcaire, qui ne leur laisse aucune communication avec l'air extérieur.

§ XXVIII.

Si par l'analogie qu'il y a entre les coquilles et leurs animaux, qu'on peut déduire

d'une organisation commune, j'ai prouvé que les premières pouvaient absorber l'oxygène, comme j'avais vu que les seconds l'absorbaient; et si ma conclusion a été vraie, la même analogie fondée sur la même base m'a fait penser qu'elle pouvait s'étendre aux coquilles d'œufs des oiseaux, et ma pensée a été réalisée par le fait. De même, si l'on fait voir qu'une partie de l'oxygène absorbé par les coquilles des limaçons les traverse et concourt vraisemblablement à l'entretien de leur vie, le même passage de l'oxygène dans l'intérieur de l'œuf est démontré dans leurs coquilles, et sûremeut la cause en est la même; d'autant plus que je vois mieux encore ici le besoin de cet oxygène.

L'irritabilité du cœur stimulé par le sang occasionne la contraction de cet organe, mais elle dépend essentiellement de la combinaison de l'oxygène avec ce muscle. Cet état de combinaison se fait dans les oiseaux par le moyen du poumon; cependant cet organe commence d'agir en eux, quoiqu'ils soient enfermés dans l'œuf. Pendant le tems donc qu'ils y restent, il fallait une autre

voie pour amener l'oxygène dans le petit cœur du fœtus, et cette voie est dans les pores très subtils de la coquille. Durant l'incubation un des usages les plus essentiels de la coquille, c'est de porter l'oxygène à ce fœtus inerte, il entre ainsi en activité, il s'anime, il se développe, il arrive à la maturité; et lorsqu'il est sorti de la coquille privé de ce secours, il le reçoit immédiatement de ses poumons, que le gaz oxygène met en jeu, et qui commencent à respirer; alors l'embryon ne cesse de vivre, que quand le poumon cesse d'agir.

§ XXIX.

L'OXYGÈNE qui pénètre les coquilles des oiseaux a une autre propriété sur les embrions; il colore leur sang en rouge. C'est une observation bien confirmée par les chimistes et les physiciens, que le sang acquiert par son oxygénation une couleur rouge et brillante; mais je ne connais personne qui se soit occupé de l'origine de cette couleur. Les physiologistes ont bien dit que d'abord le sang est jaune, qu'il prend ensuite une

couleur de rouille qui s'accroît en force, jusqu'à ce qu'elle soit rougeâtre. Dans mon livre intitulé *des phénomènes de la circulation observée dans le cercle universel des vaisseaux* (*a*), en exposant les résultats des expériences de la première dissertation, j'examinai ce point de physiologie, et il m'a paru que cette variété des couleurs était des illusions d'optique ; je n'ai trouvé en réalité que la couleur rouge, mais dont l'intensité croissait graduellement. Revenant sur ce sujet, j'aime à me servir des raisons tirées de mes expériences, et comme ce livre imprimé à Modène en 1773 est devenu rare, j'en transcrirai ici cet article pour expliquer la rougeur du sang par la doctrine pneumatique.

§ XXX.

Il est à présent généralement adopté,

(*a*) Cet ouvrage a été très bien traduit en Français par le professeur Tourdes ; il est accompagné de savantes notes et d'une vie de l'auteur. (Note du traducteur).

comme une chose décidée, que le sang des animaux dans les premiers tems de leur vie est jaune, qu'il prend ensuite une couleur de rouille, et qu'il devient enfin rouge *primævum sanguinis colorem flavum esse, qui per varios rubiginosi coloris gradus in ruborem confirmatur*, comme Haller le dit dans sa grande physiologie, appuyé par ses observations sur le poulet dans l'œuf; ce qui avait été dit encore avant lui par d'autres grands médecins et anatomistes, entre lesquels sont Malpighi et Senac.

§ XXXI.

Occupé de ce genre d'expériences, il était naturel de m'appliquer à cette recherche, sans être prévenu par les opinions de ces hommes célèbres, mais pour voir seulement ce que la nature montrerait. C'est au moins ma méthode pour les idées le plus universellement reçues, lorsque les faits peuvent l'enseigner; quelque respectable que soit l'autorité de ceux qui les ont énoncées; j'en fais toujours l'examen par moi-

même en étudiant les faits qui les ont produites.

§ XXXII.

QUANT au poulet, je puis dire que j'ai vu aussi dans son sang les mêmes nuances dans les premiers jours de l'incubation, c'est-à-dire, que je l'ai remarqué jaunâtre, couleur de rouille et rougeâtre ; mais je ne trouvais pas ces trois couleurs dans divers tems, je les ai toujours observées contemporaines. Dans l'heure quarantième de l'incubation, j'apercevais le sang jaunâtre dans la partie la plus mince des vaisseaux : lorsque celle-ci grossissait, la couleur se teignait en rouille, et on la remarquait dans les vaisseaux les plus grands ; mais dans le cœur, le sang paraissait d'une couleur entre celle de la rouille et du rouge ; Expér. 115. Je ne parle pas des heures antérieures à la quarantième, je n'avais découvert alors ni couleur ni circulation. Ces mêmes couleurs se présentèrent à moi après le second jour, le jaune était pourtant la couleur qui frappait le moins la vue ; Expér. 116.

§ XXXIII.

Ces trois couleurs contemporaines m'embarrassaient. Je ne pouvais comprendre comment il arrivait, que le jaune étant la couleur primitive du sang, fut toujours forcé de séjourner à l'extrémité des vaisseaux ; mon embarras croissait, en voyant que ce sang qui était rouge dans le cœur en arrivant dans les vaisseaux artériels, y prenait d'abord la couleur de rouille, et ensuite la couleur jaune, lorsqu'il était à leurs extrémités. Je ne comprenais pas mieux comment après s'être conservé jaune dans les veines les plus petites, il reparaissait couleur de rouille dans les plus grosses, et enfin redevenait rouge à son entrée dans le cœur.

Ces trois couleurs dans le même sang circulant dans les mêmes vaisseaux m'inspiraient quelque défiance sur la réalité de ces couleurs, et me firent croire qu'elles pouvaient être l'effet de quelque illusion d'optique, qui n'avait pas été encore remarquée. Je ne pouvais contempler ces vaisseaux

sans avoir l'œil offusqué par la couleur du jaune, qui était dessous, et qui se faisait remarquer au travers de la partie claire; ce fond jaune me parut la cause de l'erreur: je pensai donc que, quoique le sang fut d'une seule couleur rouge, cependant il serait possible qu'il la perdit, et qu'il prit la couleur jaune dans les extrémités des artères et des veines à cause de leur extrême finesse, qui laissait passer la couleur du jaune; cette couleur devenait ainsi moins sensible à mesure que les vaisseaux devenaient plus considérables, parce qu'ils prenaient plus d'épaisseur, et qu'il y passait plus de sang, ce qui lui donnait une couleur de rouille. Enfin le sang reprenait sa couleur rouge dans le cœur, parce que la couleur du jaune y pouvait moins influer sur lui, parce qu'il y était plus abondant.

§ XXXIV.

Ce doute me sembla fondé, parce qu'il était appuyé sur un fait. Les petits vaisseaux cutanés des salamandres qui rampent sur

les bandes d'un jaune doré de leur poitrine et de leur ventre, ne paraissent pas tous d'une seule couleur. Les plus gros sont légèrement rouges, les moins gros sont d'un rouge jaunâtre, et les plus fins sont presque jaunes; Expér. 63. Cependant cette diversité de couleur est produite par l'impression plus ou moins vive du jaune placé sous ces vaisseaux, puisqu'il est démontré, que chaque genre de vaisseaux dans les salamandres ne contient que le sang rouge, comme je l'ai vu dans toutes mes expériences.

§ XXXV.

Un autre fait plus immédiat, parce qu'il est fourni par les vaisseaux du poulet m'affermit dans cette idée. Si le sang des vaisseaux qui paraissaient jaunes ou couleur de rouille sortait rouge par leurs blessures, et se rassemblait sous cette couleur autour de la blessure, Expér. 115; je me disais, cette couleur jaune et cette couleur de rouille ne sont pas les couleurs propres du sang. L'expérience suivante le démontra.

Je parle dans la troisième dissertation du même ouvrage d'un moyen de transporter sur un disque de verre les vaisseaux du poulet, sans nuire à la circulation; Expér. 37. Je fis en sorte dans ce transport qu'il n'y eût point de parties du jaune sur le disque, mais alors les couleurs jaune et de rouille disparurent, et tout le sang y parut rouge dans les vaisseaux; seulement dans les parties les plus fines des vaisseaux la couleur pâlissait; Expér. 37.

§ XXXVI.

J'AJOUTE ici un nouveau fait aux précédens; je l'ai découvert depuis la fin de mes expériences. Quoique rarement avant la quarantième heure de l'incubation j'aie vu un commencement de circulation, et que je n'aie pu souvent observer qu'une petite tache jaunâtre; cette tache me parut rougeâtre, lorsque je la transportai sur le disque sans mélange avec le jaune: lorsque je l'eus transportée de cette manière, et que je l'eus observée avec une lentille très forte, cette

tache me parut un tissu réticulaire de petits vaisseaux naissans.

Ces faits me déterminèrent à prononcer, que la couleur primitive du sang dans le poulet n'est point jaune, mais rouge-pâle ; parce que ce sang n'a encore reçu que la première façon de la nature, que c'est seulement dans la suite du tems, que sa couleur devient plus intense, et qu'il prend cette couleur écarlate propre au sang.

§ XXXVII.

Les animaux à sang froid se rapprochent à cet égard de ceux à sang chaud ; comme il n'y a ni jaune, ni aucun autre corps de cette couleur, on n'aperçoit point le mélange trompeur de la couleur rouillée, ou jaune ; je parle ici des têtards, dans les trois premiers jours après la naissance, leur sang n'a aucune couleur ; Expér. 145, 146: au quatrième, ce sang commence à rougir dans les endroits où les globules sont plus rassemblés comme dans le cœur, mais cette couleur est encore très faible, Expér. 147.

148 ; alors au bout de quelques jours encore la réunion des globules est si nécessaire pour leur coloration, qu'au seizième et même au dix-huitième jour le sang des plus petits vaisseaux paraît encore transparent; Expér. 154. 155. Au vingt-deuxième jour la couleur rouge est répandue dans toute la masse du sang, mais il est pourtant d'une couleur tout-à-fait pâle dans les vaisseaux les plus fins; Expér. 156. Enfin la couleur du sang acquiert des degrés ultérieurs de densité.

Je remarquerai en passant l'importante différence qu'il y a dans la rougeur du sang entre les animaux froids et les animaux chauds. Dans ceux-ci on observe les commencemens du sang rouge dès le second jour de l'incubation, quoiqu'il n'ait pas toute sa rougeur, et on ne l'aperçoit dans les autres qu'au quatrième. Les seconds montrent un sang coloré d'une belle couleur pourprée dès le premier jour, Expér. 127; il est encore pâle au cinquantième dans les autres, Expér. 162 ; et c'est seulement dans le septante-unième, ou plutôt le septante-deuxième, qu'il a toute sa rougeur dans les

animaux adultes; Expér. 164, 165. Le peu de chaleur des têtards et la chaleur très sensible du poulet concourent, je crois, en ou tout en grande partie, à produire cette différence.

§ XXXVIII.

C'est ainsi que je m'exprimai sur la chaleur primitive du sang, en démontrant qu'il est rouge, mais extrêmement pâle; qu'ensuite cette couleur s'accroît par degrés, et qu'enfin elle devient pourpre. Je voulais exprimer pourquoi cette couleur est extrêmement pâle dans les premiers tems, lorsque je disais, *que le sang n'avait encore reçu que la première façon de la nature.* Cette explication, à la vérité, était trop générale et vague; mais elle ne pouvait pas être alors meilleure, parce qu'on n'avait pas fait la grande découverte des deux composans de l'air, le gaz oxygène et le gaz azote. Puis donc que la base du premier gaz augmente par sa combinaison la rougeur du sang dans les animaux, c'est elle qui la crée dans les premiers tems de leur naissance. Il en est donc

de même pour les embryons des oiseaux dans l'œuf par le moyen de l'oxygène qui pénètre la coquille, et qui se combine avec leur sang alors coloré en rouge; mais l'oxygénation étant ainsi commencée et continuant peu à peu, en raison de l'oxygène qui entre dans l'œuf, la liqueur prend une teinte toujours plus forte, jusqu'à ce qu'elle devienne très rouge. Cette graduation croissante de couleur se voit dans plusieurs métaux oxygénés, d'après le même principe.

§ XXXIX.

J'avais remarqué comment cette coloration se fait beaucoup plus lentement dans les animaux à sang froid qui viennent de naître comme les têtards des grenouilles, quoique l'oxygénation et ses lois ne fussent pas encore connues. J'ai le plaisir d'avoir jusqu'à un certain point dit la vérité; lorsque j'apprenais que si la rougeur du sang est forte dans le poulet, tandis qu'elle est très pâle dans les têtards; la différence provient probablement de la chaleur qui est presque

nulle dans ceux-ci, et très sensible dans les autres ; mais l'on sait à présent, que l'oxygénation s'obtient plus facilement, quand la température est plus élevée.

§ XL.

Les testacées terrestres m'ont conduit aux aquatiques, et ils méritent un moment de réflexion. Quelques-uns ont de vraies branchies pour respirer l'eau, comme les deux moules des canards et des cygnes; d'autres en sont privés comme le limaçon vivipare aquatique : les uns et les autres absorbent l'oxygène et ont besoin de l'absorber : cette absorption s'opère par ces animaux eux-mêmes et par leurs coquilles. On n'a pas des observations pour savoir si les autres testacées d'eau douce ou de mer, dont le nombre est infini, ont ou n'ont pas les organes de la respiration ; cependant comme ceux qui en sont privés ont besoin d'oxygène pour vivre, l'analogie est bien forte pour conclure, que l'on peut dire la même chose des autres.

Voilà donc ce principe qui tient en vie

cette

cette immensité d'animaux aquatiques, comme l'immensité des animaux terrestres. Les eaux de la mer attirent l'acide carbonique qui se développe dans une quantité prodigieuse sous la forme gazeuse par la respiration, par la combustion, par les décompositions des deux règnes organisés. Cet acide se communique par la voie des alimens, et se combine avec les corps des testacées et leurs coquilles calcaires qui en sont remplis. Les eaux attirent bien avec beaucoup de lenteur l'oxygène atmosphérique, et en passant dans les testacées il concourt promptement à leur conservation.

§ XLI.

Mais que pensera-t-on d'une multitude extraordinaire d'autres vers habitans des eaux marines appelés zoophytes, à cause de leur air extérieur qui a quelque ressemblance avec celui des plantes, quoiqu'ils soient de vrais animaux ? Tels sont les alcyons, les sertulaires, les pennatules, les madrépores, les tubulaires, les millépores, le corail, les

escares, les gorgones, les cellulaires. Nous savons encore que chacun de ces genres se divise en plusieurs espèces. Sont-ils pourvus de branchies, ou d'organes analogues pour la respiration? Que dira-t-on d'une autre classe qui n'est pas moins nombreuse, celle des petits vers qui ne sont attachés à aucun corps comme les zoophytes, mais qni sout errans dans le vague des mers? L'extrême petitesse de ces animaux, la simplicité de leur structure, les observations de ceux qui les ont découverts ou décrits ayant été dirigées plutôt vers un autre but que celui de chercher les organes de leur respiration, sont peut-être la vraie cause de l'obscurité qui règne sur ce sujet dans l'économie animale.

Je me suis occupé de plusieurs genres de ces animalcules des mers Méditerrannée, Adriatique et diverses autres, et j'ai donné un aperçu de mes observations dans les *Mémoires de la Société italienne*. Plusieurs de ces animalcules formaient sous mes yeux dans l'eau marine, par le moyen de petites fibres de leurs corps, un léger courant qui

se précipitait dans l'ouverture destinée par la nature pour recevoir les alimens, et en même tems quelques particules mêlées avec l'eau entraient dans ces animalcules par un petit canal; il est donc clair que le mécanisme de cette agitation dans ces fibres servait à introduire par ce courant la nourriture dans cette classe d'animaux. Un très grand nombre d'eux, comme les zoophytes, sont liés à un corps ou calcaire, ou d'une autre nature; ils ne peuvent pas même aller chercher leur nourriture; mais ils ont été organisés par la nature, de manière que les alimens viennent au-devant d'eux.

Il est vrai, que si l'on excepte ce courant d'eau vers la bouche de ces animaux, on n'aperçoit aucun autre mouvement autour d'eux qui puisse faire soupçonner un organe analogue aux branchies; mais sommes-nous assurés que l'ouverture de cet organe respiratoire ne soit pas intérieure, qu'elle ne soit pas située au dedans de la bouche, où ce courant irait constamment battre? Outre cela, quand ce peuple innombrable de petits animaux n'aurait reçu de la nature aucun organe propre

à la respiration, tout leur corps ne pourrait-il pas être destiné à cette fonction, en suçant pour ainsi dire l'oxygène de l'eau qui l'entoure ? Le limaçon vivipare n'en fournit-il pas un exemple ?

§ XLII.

Sans doute l'oxygène est nécessaire à ces animalcules qui habitent les eaux salées de la mer ; l'analogie porte à le croire. Les animalcules des eaux douces ressemblent si fort à ceux des eaux salées par leurs habitudes; je parle des animalcules d'infusion, qu'on appelle ainsi parce qu'ils naissent, croissent, et multiplient dans l'eau, où les substances végétales ou animales sont infusées, de même que dans celles qui se décomposent par la fermentation, et qui servent d'aliment à ces petits êtres. Leur organisation, au moins celle de plusieurs, est très simple ; elle est composée d'une très petite vésicule renfermant une multitude de petits grains, sans la moindre apparence de viscères, ni de système vasculaire, quoi-

qu'ils soient pour la plus grande partie très transparens. En m'occupant il y a plusieurs années des systèmes de Needham et de Buffon sur la génération de ces animaux; je fus engagé à étudier la nature de ces êtres microscopiques; en les considérant sous divers rapports, je cherchai en particulier s'ils pouvaient vivre indépendamment de l'air commun. Je vis alors que lorsqu'ils étaient confinés dans le vide, ils y vivaient plus long-tems que d'autres animaux; cependant ils y périssaient au bout d'un tems plus ou moins long. Par conséquent, si ces êtres organisés, qu'on peut regarder comme occupant les derniers degrés dans la classe des vers, ont besoin de la présence de ce fluide, j'ai lieu de croire avec plus de raison, que la même chose doit se dire de tous les animaux placés dans cette classe.

FIN.

De l'Imprimerie de Luc Sestié à Genève.

ERRATA

Des fautes les plus considérables.

Page 17 ligne 10, croit, *lisez* : croie
—— 100 — 25, sa fréquence, *lisez* : la fréquence des mouvemens de cet organe
—— 166 — 6, septante, *lisez* : septante-deux
—— 188 — 6, viscocité, *lisez* : viscosité
—— 212 — 7, consumé, *lisez*, consommé
—— 285 — 16, branchiers, *lisez* : branchies
—— 366 — 3, en ou tout, *lisez* : en tout, ou

